L'alose savoureuse au Québec: synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement d'habitats

J.Provost , L.Verret et P.Dumont

Direction de la recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Laboratoire de Québec C.P.15500
901 Cap Diamant Québec (Québec)
G1K 7Y7

Décembre 1984

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1793

85-0982/

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Ces rapports contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution importante aux connaissances actuelles mais qui, pour une raison ou pour une autre, ne semblent pas appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Ils se distinguent des Rapports techniques par la portée du sujet et le lecteur visé; en effet, ils s'attachent principalement à des problèmes d'ordre national ou régional et la distribution en est généralement limitée aux organismes et aux personnes de régions particulières du Canada. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du Ministère des Pêches et des Océans, notamment gestion des pêches; techniques et développement, sciences océaniques et environnements aquatiques, au Canada.

Les Manuscrits peuvent être considérés comme des publications complètes. Le titre exact paraît au haut du résumé de chaque rapport, qui sera publié dans la revue *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* et qui figuera dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros de 1 à 900 de cette série ont été publiés à titre de manuscrits (Série biologique) de l'Office de biologie du Canada, et après le changement de la désignation de cet organisme par décret du Parlement, en 1937, ont été classés en tant que manuscrits (Série biologique) de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros allant de 901 à 1425 ont été publiés à titre de manuscrits de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 1426 à 1550 ont été publiés à titre de Rapport manuscrits du Service des pêches et de la mer, Ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom de la série a été changé à partir du rapport numéro 1551.

La page couverture porte le nom de l'établissement auteur où l'on peut se procurer les rapports sous couverture cartonnée.

Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences

These reports contain scientific and technical information that represents an important contribution to existing knowledge but which for some reason may not be appropriate for primary scientific (i.e. *Journal*) publication. They differ from Technical Reports in terms of subject scope and potential audience: Manuscript Reports deal primarily with national or regional problems and distribution is generally restricted to institutions or individuals located in particular regions of Canada. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries management, technology and development, ocean sciences, and aquatic environments relevant to Canada.

Manuscript Reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report will be abstracted by *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and will be indexed annually in the Department's index to scientific and technical publications.

Numbers 1-900 in this series were issued as Manuscript Reports (Biological Series) of the Biological Board of Canada, and subsequent to 1937 when the name of the Board was changed by Act of Parliament, as Manuscript Reports (Biological Series) of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 901-1425 were issued as Manuscript Reports of the Fisheries Research Bo[illegible] of Canada. Numbers 1426-1550 were issued as Department of Fisheries and the E[illegible]onment, Fisheries and Marine Service Manuscript Reports. The current series na[illegible]hanged with report number 1551.

Details on the availability of Manuscript Repo[illegible]rd copy may be obtained from the issuing establishment indicated on the fro[illegible]

Rapport manuscrit canadien des
sciences halieutiques et aquatiques no 1793

Décembre 1984

L'alose savoureuse au Québec: synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement d'habitats

par

J. Provost[1], L. Verret[2] et P. Dumont[3]

Direction de la recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Laboratoire de Québec
C.P. 15 500
901 Cap Diamant
QUÉBEC (Québec)
G1K 7Y7

---

[1] Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal.

[2] Direction de la recherche sur les pêches, ministère des Pêches et des Océans.

[3] Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec.

Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1984
No de Cat. FS 97-4/1793 F ISSN 0706-6589

On devra référer comme suit à cette publication:

Provost, J., L. Verret et P. Dumont. 1984. L'alose savoureuse au Québec: synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement d'habitats. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 1793: xi + 114 p.

TABLE DES MATIÈRES

Page

LISTE DES TABLEAUX vii

LISTE DES FIGURES viii

LISTE DES ANNEXES ix

RÉSUMÉ xi

PRÉFACE xii

1. INTRODUCTION 1

1.1 Problématique 1
1.2 Objectifs visés 1
1.3 Région à l'étude 4

2. RÉSUMÉ DES CONNAISSANCES SUR LES POPULATIONS D'ALOSE SAVOUREUSE ET DE LEURS HABITATS LE LONG DU SAINT-LAURENT 4

2.1 Évolution des pêches commerciales depuis le siècle dernier 4
2.2 Etudes sur la biologie de l'alose savoureuse au Québec 6
2.3 Intégration des études québécoises aux connaissances actuelles du cycle vital de l'alose savoureuse 7

2.3.1 Caractéristiques des migrations 7

2.3.1.1 Mélange des stocks en mer 7
2.3.1.2 Hypothèses rattachées aux déplacements des aloses en mer 9
2.3.1.3 Températures de l'eau associées à la montaison en rivière 11
2.3.1.4 Mécanismes physiologiques impliqués lors du retour à la rivière natale . 11

2.3.2 Distinction de populations 15

2.3.2.1 Variations des caractères de l'espèce 15
2.3.2.2 Adaptations de reproduction 18
2.3.2.3 Allocation d'énergie et stratégies de reproduction 18

2.3.3 Evolution de la croissance et déplacements 21

2.3.3.1 Oeufs et alevins 21
2.3.3.2 Juvéniles 23

2.3.3.2.1 Caractères distinctifs 23
2.3.3.2.2 Dévalaison 23

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

3. MONTAISON ET DÉVALAISON DE L'ALOSE SAVOUREUSE DU SAINT-LAURENT 25

3.1 La montaison des géniteurs 25

3.1.1 Tronçon Gaspé-Sorel 25

3.1.1.1 Couloir parcouru 27
3.1.1.2 Vitesse de déplacement 32
3.1.1.3 Techniques de pêche 32

3.1.2 Région de Montréal 34

3.1.2.1 Utilisation du couloir fluvial 34
3.1.2.2 Schéma de distribution dans l'archipel 43

3.2 La dévalaison 43

3.2.1 Les géniteurs 43
3.2.2 Les juvéniles 45

4. DESCRIPTION DES HABITATS DE REPRODUCTION DE L'ALOSE SAVOUREUSE DU FLEUVE SAINT-LAURENT 45

4.1 Critères de sélection pour la détermination de sites potentiels de fraye 48
4.2 Caractéristiques des frayères réelles de la région montréalaise 48
4.3 Sites potentiels de fraye en aval de Québec 52
4.4 Sites potentiels de fraye en amont de Québec 54
4.5 Sites potentiels de fraye dans l'archipel de Montréal 63
4.6 Habitats utilisés antérieurement par l'alose 65

5. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS 66

5.1 Quelques conclusions 66

5.1.1 Habitat d'alimentation 66
5.1.2 Températures recherchées 66
5.1.3 Mécanismes de retour 66
5.1.4 Distinction de population 66
5.1.5 Couloir de migration 67
5.1.6 Vitesse de déplacement 67
5.1.7 Habitats de reproduction 67

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

5.2 Un groupe de travail 68

5.2.1 La recherche 68

5.2.1.1 Les diverses populations et leurs caractéristiques 68
5.2.1.2 Les problèmes liés au mécanisme de retour 68
5.2.1.3 Les processus de migration 68
5.2.1.4 Les aménagements techniques 68

5.2.2 La planification 69
5.2.3 La consultation 69

6. RECOMMANDATIONS ET SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENT 69

6.1 Causes du déclin des populations d'alose savoureuse du Québec 69
6.2 Quelques solutions possibles en vue d'une reconstitution des stocks d'alose 71

6.2.1 Actions à prendre à court terme 71

6.2.1.1 La libre circulation 77

6.2.1.1.1 Rivière des Prairies 77
6.2.1.1.2 Rivière des Mille Iles 77
6.2.1.1.3 Sites potentiels d'intervention touchés par le projet de régularisation des eaux de l'archipel de Montréal 82

6.2.1.2 Contrôle des pêches commerciales et sportives 83

6.2.1.3 Dépollution des eaux 83

6.2.2 Actions à prendre à long terme 85

6.2.2.1 Accessibilité à de nouveaux habitats 85

6.2.2.1.1 Barrage hydroélectrique de Carillon 85
6.2.2.1.2 Canal de Beauharnois et tronçon de Coteau-du-Lac à Pointe-des-Cascades 85
6.2.2.1.3 Barrage de Saint-Ours, rivière Richelieu 86

6.2.2.2 L'ensemencement 86
6.2.2.3 L'aménagement de frayères artificielles 86
6.2.2.4 La mise en place d'une pisciculture 87

TABLE DES MATIERES (suite)

Page

REMERCIEMENTS 87

BIBLIOGRAPHIE 87

ANNEXE 1 109
ANNEXE 2 110
ANNEXE 3 111
ANNEXE 4 113

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1: Comparaison de certains caractères méristiques pour diverses populations d'alose savoureuse 16

Tableau 2: Fécondité comparée des aloses savoureuses 19

Tableau 3: Captures d'alose savoureuse au niveau de la ville de Trois-Rivières 35

Tableau 4: Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal 37

Tableau 5: Caractéristiques physiques des frayères d'alose savoureuse 49

Tableau 6: Localisation des frayères potentielles d'alose savoureuse entre l'île d'Orléans et Gentilly 56

Tableau 7: Captures d'alose savoureuse dans la rivière Batiscan 58

Tableau 8: Localisation et caractères méristiques des jeunes aloses savoureuses au Québec 60

Tableau 9: Perspectives d'augmentation du niveau des populations d'alose savoureuse de l'archipel de Montréal 73

Tableau 10: Utilisation comparée par les espèces anadromes de l'ascenseur du barrage Holyoke, rivière Connecticut 75

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1: Fluctuations des pêcheries commerciales d'alose savoureuse 2

Figure 2: Réseau hydrographique de l'archipel de Montréal 3

Figure 3: Localisation de la zone à l'étude 5

Figure 4: Migrations saisonnières des différentes populations d'alose savoureuse de la côte atlantique 8

Figure 5: Déplacements des populations d'alose savoureuse de la côte atlantique en fonction des températures saisonnières (°C) 10

Figure 6: Relation entre les captures d'aloses savoureuses et la température de l'eau 12

Figure 7: Distribution de l'alose savoureuse dans les eaux de l'archipel de Montréal en fonction des crues 14

Figure 8: Dendrogramme de la distance euclidienne (D^2) des populations d'alose savoureuse de diverses rivières 17

Figure 9: Stades de développement de l'alose savoureuse 22

Figure 10: Caractères distinctifs du stade juvénile entre l'alose savoureuse (Alosa sapidissima) et le gaspareau (Alosa pseudoharengus) 24

Figure 11: Chronologie de la croissance des aloses savoureuses juvéniles du Québec 26

Figure 12: Captures d'alose savoureuse dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, (1917 à 1981) 28

Figure 13: Captures d'alose savoureuse dans le couloir fluvial entre Montréal et Québec, (1917 à 1981) 31

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 14: Distribution des pêcheries fixes le long des rives du fleuve Saint-Laurent, tronçon Trois-Rivières - Baie Comeau 33

Figure 15: Capture de géniteurs d'alose savoureuse dans la région de l'archipel de Montréal 36

Figure 16: Débits enregistrés dans les rivières des Mille Îles et des Prairies (1980-81-82-83) 44

Figure 17: Distribution des captures d'alose savoureuse juvénile dans la région de l'archipel de Montréal 46

Figure 18: Distribution des captures d'alose savoureuse juvénile entre Montréal et l'Île Verte 47

Figure 19: Frayère d'alose savoureuse dans le bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, rivière des Outaouais 50

Figure 20: Capture des oeufs d'alose savoureuse au barrage de l'Île des Moulins, rivière des Mille Îles 51

Figure 21: Capture d'alevins d'alose savoureuse à la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies 53

Figure 22: Frayères potentielles d'alose savoureuse dans le couloir fluvial entre l'Île d'Orléans et Gentilly 55

Figure 23: Sites potentiels de fraye de l'alose savoureuse, rivière Ste-Anne, comté de Champlain 57

Figure 24: Capture d'alose savoureuse, rivière Batiscan 59

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 25: Zones potentielles de fraye de l'alose savoureuse dans le lac des Deux-Montagnes et dans la portion de la rivière des Outaouais en aval du barrage hydroélectrique de Carillon 64

Figure 26: Modélisation des facteurs susceptibles d'accroître le nombre de poissons aux ouvrages de franchissement des barrages 72

Figure 27: Régularisation des eaux de l'archipel de Montréal et site d'intervention potentielle 76

Figure 28: Mortalité des jeunes clupéidés en fonction de la production d'électricité développée, (turbine de genre Kaplan) 79

Figure 29: Débits mensuels moyens turbinés et déversés à la centrale hydroélectrique Rivière-des-Prairies, (1949 à 1982) 80

Figure 30: Valeur au débarquement de l'alose savoureuse, (1917 à 1981) 84

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Classes granulométriques des substrats 109

Annexe 2: Classification générale des stades de maturité chez les poissons 110

Annexe 3: Captures d'alose savoureuse ('00 kg) entre Montréal et Québec, (1917 à 1931) 111

Annexe 4: Captures d'alose savoureuse ('00 kg) en aval de Québec, (1917 à 1981) 113

RÉSUMÉ

Provost, J., L. Verrat et P. Dumont. 1984. L'alose savoureuse au Québec: synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement d'habitats. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 1793: xi + 114 p.

La présente étude est avant tout une synthèse de l'information disponible sur les divers aspects de la biologie de l'alose savoureuse, Alose sapidissima (Wilson), particulièrement en ce qui a trait aux recherches exécutées jusqu'à maintenant en milieu québécois. La littérature nord-américaine a été d'abord dépouillée afin d'identifier le niveau des connaissances actuelles de l'écologie et de la biologie de nos populations d'alose. Un schéma théorique des différentes routes de migration est ensuite présenté. Cet exercice prend toute son importance dans l'optique des futurs projets de régularisation des eaux de l'archipel de Montréal. En dernier lieu, une description des habitats passés et présents, réels et potentiels a été effectuée afin de compléter l'information de base qui permettra de tracer les lignes directrices d'un programme de réhabilitation de stock de l'alose savoureuse et de son habitat dans le Saint-Laurent. L'ébauche d'un plan de restauration est définie, fondée sur le principe de l'accessibilité aux frayères. Un groupe de travail devrait être créé pour voir à mettre au point, promouvoir et coordonner un programme de réhabilitation.

Mots clés: Alose savoureuse, habitat, migration, aménagement, restauration.

ABSTRACT

Provost, J., L. Verrat et P. Dumont. 1984. L'alose savoureuse au Québec: synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement d'habitats. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 1793: xi + 114 p.

This study is a synthesis of the information available on the various biological aspects of the American shad, Alose sapidissima (Wilson), and especially on the research carried out in Quebec. The level of current knowledge on the ecology and biology of our shad populations was investigated through the North American scientific literature. A theoretical migration pattern is outlined and must be considered closely in regard to the current projects of water regulation in the Montreal archipelago. In order to gather the fundamental data essential to set up a rehabilitation program of the shad population and its habitat in the St. Lawrence River, the habitats, past and present, actual and potential, are described. The first draft of a restoration plan is defined on the principle of accessability to spawning grounds. A working group should be created to set up, promote and coordinate this rehabilitation program.

Key words: American shad, habitat, migration, enhancement, restoration.

PRÉFACE

Ce document a été préparé dans la foulée des études récentes relatives à la libre circulation des poissons dans l'archipel de Montréal. Les audiences publiques tenues à l'automne 1982 sur le projet de "Remplacement de l'évacuateur de crue et arasement d'un haut-fond" à la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies ont révélé non seulement la carence d'informations sur l'alose savoureuse mais aussi l'état lamentable des stocks ainsi que la dégradation et la disparition des habitats. C'est dans ce contexte que le ministère des Pêches et des Océans, en collaboration avec le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, ont mis sur pied cette recherche afin de promouvoir le développement des programmes intégrés de protection, de reconstitution et même d'aménagement d'habitats pour l'alose savoureuse.

1. INTRODUCTION

1.1 Problématique

L'alose savoureuse (Alosa sapidissima Wilson) est un poisson anadrome, de la famille des Clupéidés. Originaire de la côte est de l'Amérique du nord, l'alose se retrouve depuis la rivière St.John en Floride jusqu'au fleuve Saint-Laurent (Leim 1924; Bigelow et Schroeder 1953; Leim et Scott 1966; Walburg et Nichols 1967; Scott et Crossman 1974). Quelques spécimens ont déjà été signalés près des côtes de Terre-Neuve (Hodder 1966) et du Labrador (Hare et Murphy 1974; Dempson et al., 1983) mais, jusqu'ici, rien n'a laissé croire qu'il pouvait y avoir reproduction de l'espèce au nord du fleuve Saint-Laurent. De plus, l'alose savoureuse a été introduite en 1871 sur la rivière Sacramento, affluent de l'océan Pacifique (Welander 1940; Neave 1954; Parks 1978). Depuis l'ensemencement des premiers alevins, l'espèce s'est propagée et sa répartition s'étend maintenant de Baja en Californie jusqu'à Kodiak Island en Alaska (Leggett 1976).

Au milieu du siècle dernier, l'alose était le poisson le plus important pour la pêche commerciale de la côte atlantique (Stevenson 1898). Malheureusement, les temps ont bien changé et le Québec n'a pas été épargné. Depuis vingt-cinq ans, les rendements des pêches commerciales ont chuté dramatiquement pour devenir négligeables (figure 1). Parmi les causes attribuables à ce déclin général, il faut mentionner l'augmentation du degré de pollution des cours d'eau, la destruction des habitats, la surexploitation des populations et, surtout, l'impossibilité d'accéder aux frayères (Fredin 1954; Talbot 1954; Talbot et Sykes 1958; Roy 1968; Jessop 1975).

Au début des années 1900, des montaisons importantes d'alose savoureuse étaient signalées en différents endroits de l'archipel de Montréal (Dymond 1939; Prévost 1939), même qu'une pêche commerciale florissante y était pratiquée. En ces temps-là, trois voies de migration s'offraient à l'espèce anadrome pour atteindre ses frayères natales: le fleuve Saint-Laurent, la rivière des Mille Iles et la rivière des Prairies (figure 2). Malgré certaines controverses quant au degré d'utilisation des deux premiers cours d'eau (Gravel et Dubé 1980; Provost et Fortin 1982), la rivière des Prairies demeure définitivement un couloir sans issue pour les poissons qui s'y engagent. Depuis 1928, année de mise en chantier des travaux de construction du barrage hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, bon nombre d'aloses savoureuses ont continué de remonter cette rivière sans trouver, semble-t-il, les conditions optimales à leur reproduction (Provost et al. 1982).

Même si, encore aujourd'hui, une pêche sportive à l'alose se pratique avec succès en certains points stratégiques de la région de Montréal, la baisse des stocks est indéniable. Face à cette situation, la présente étude visera donc à identifier certaines avenues qui permettront de mettre au point un programme de réhabilitation de l'espèce au Québec.

1.2 Objectifs visés

Mise à part les expériences de marquage réalisées par Vladykov (1950, 1957), l'étude bibliographique de Roy (1968) et le rapport de Gravel et Dubé (1980) sur la circulation des poissons dans les cours d'eau de l'archipel de Montréal, aucune autre étude n'a, jusqu'à tout récemment, traité de l'alose en milieu québécois. D'ailleurs, un passage du rapport de Bouchard (1976) reflète bien le niveau réel de nos connaissances sur l'écologie des différentes espèces ichtyennes de la région de Montréal:

> "Quoique très abondante, la littérature concernant la reproduction des poissons demeure encore relativement limitée; elle est particulièrement

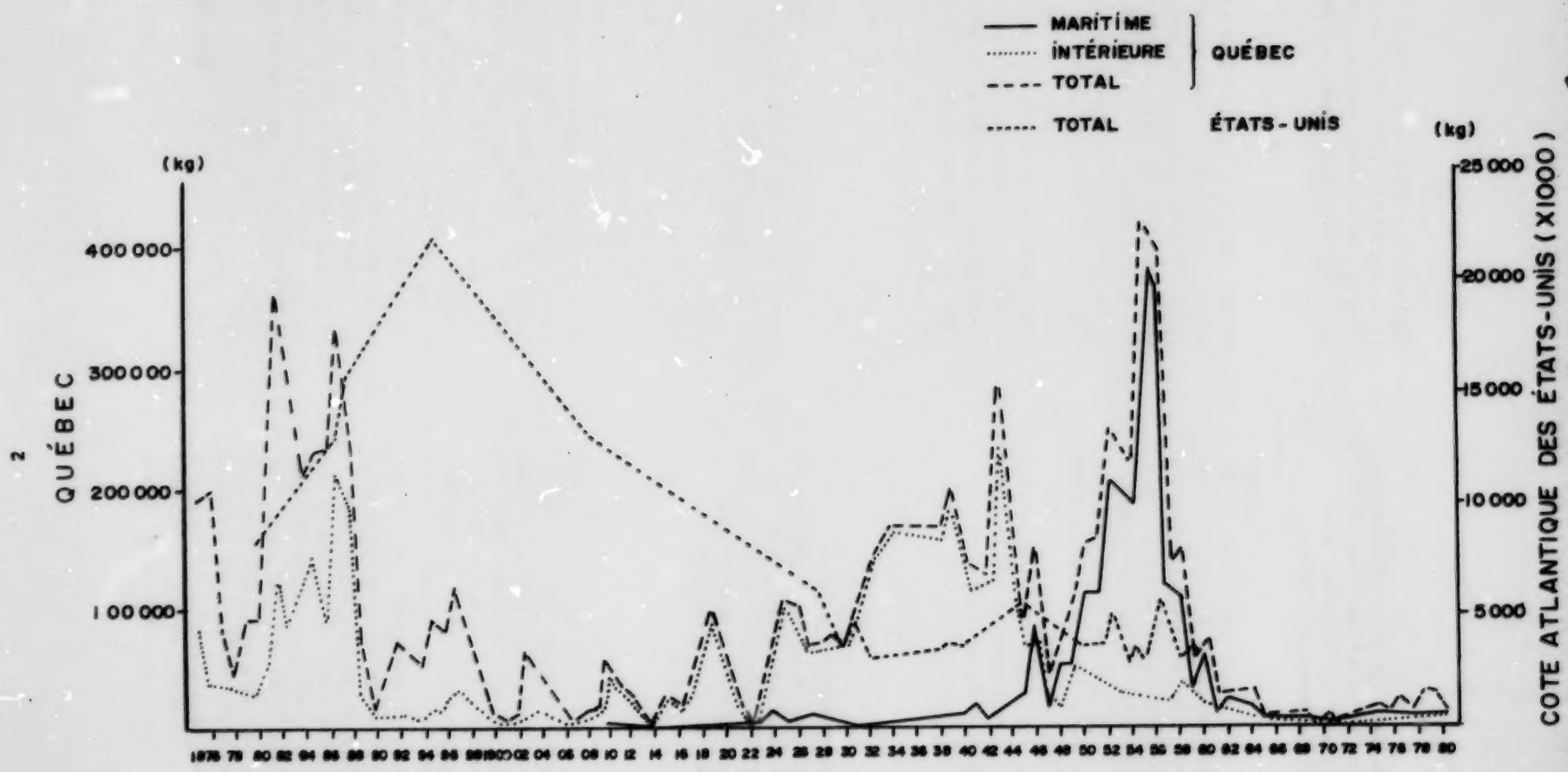


Figure 1: Fluctuations des pêcheries commerciales d'alose savoureuse, (modifiées de Leim 1924; Walburg et Nichols 1967; Hydro-Québec 1983).

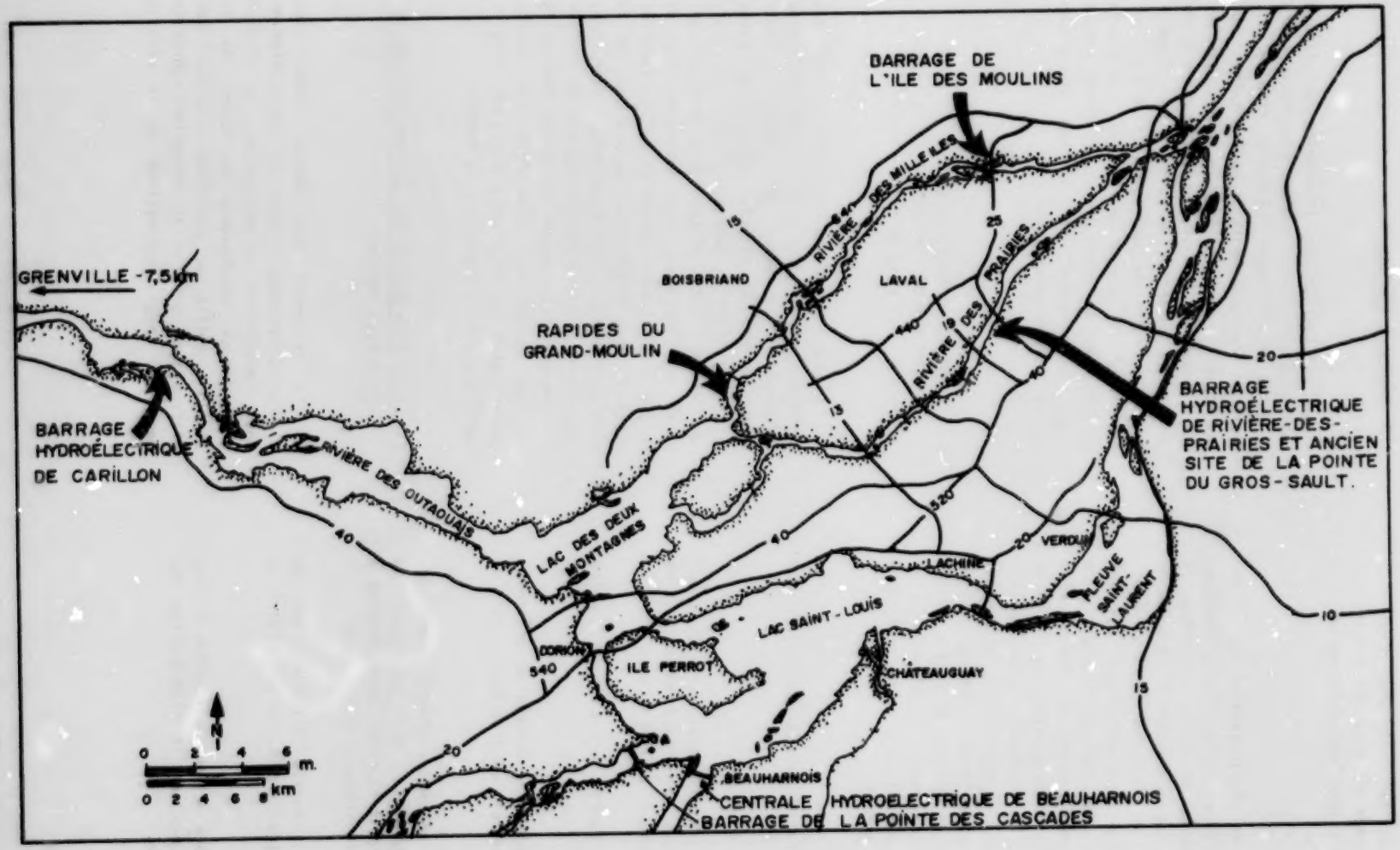


Figure 2: Réseau hydrographique de l'archipel de Montréal.

limitée chez les poissons d'eau douce du Canada et elle est pratiquement nulle chez les poissons du Québec."

Le projet de régularisation du niveau hydrique de l'archipel de Montréal (Gouvernement du Québec 1981a) et la reconstruction de l'évacuateur de crue du barrage d'Hydro-Québec sur la rivière des Prairies (Hydro-Québec, 1982) ont suscité diverses études comblant ainsi quelques lacunes, particulièrement en ce qui a trait aux déplacements de l'alose et à l'utilisation spatio-temporelle de certains habitats. Ainsi les travaux d'Eco-Recherches (1982b), de Provost et al. (1982), de Provost et Fortin (1982), de Leclerc (1983), d'Auger et al. (1983) et de Provost et Fortin (1984) seront utiles pour établir un plan de rétablissement des populations d'alose savoureuse du fleuve Saint-Laurent.

Cette présente étude poursuit ces principaux objectifs:

A) Résumer les connaissances sur les populations d'alose savoureuse et sur leurs habitats le long du Saint-Laurent.

B) Déterminer leurs principales voies migratrices.

C) Décrire les habitats (passés et présents) réels et potentiels de l'espèce le long du Saint-Laurent.

D) Prévoir des scénarios d'aménagement des habitats potentiels de l'archipel de Montréal et identifier les connaissances à acquérir sur la biologie de l'espèce.

E) Évaluer la nécessité d'installation de passes migratoires aux endroits stratégiques.

F) Recommander des actions à prendre à long terme pour favoriser la régénération des stocks d'alose.

1.3 Région à l'étude

L'utilisation de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent par l'alose savoureuse sera survolée d'une façon générale (figure 3). Quelques renseignements supplémentaires sur les voies de migration dans le tronçon fluvial entre Québec et Montréal permettront de mieux définir le potentiel de cette zone. Finalement, la région de Montréal (figure 2), avec son circuit de lacs et de rivières, représente actuellement le point terminal d'une longue migration effectuée par l'alose savoureuse depuis l'océan atlantique.

2. RÉSUMÉ DES CONNAISSANCES SUR LES POPULATIONS D'ALOSE SAVOUREUSE ET DE LEURS HABITATS LE LONG DU SAINT-LAURENT

Plusieurs auteurs ont déjà publié des synthèses biologiques sur l'alose savoureuse (Bigelow et Schroeder 1953; Leim et Scott 1966; Walburg et Nichols 1967; Cheek 1968; Roy 1968; Scott et Crossman 1974). Au cours des années 1970, d'importants travaux ont porté sur les mécanismes impliqués lors du retour à la rivière natale et sur la caractérisation des différentes populations de la côte atlantique. Ces deux thèmes fourniront le support à l'analyse biologique de l'alose savoureuse. Ils seront toutefois introduits par un survol de l'évolution des pêches commerciales et par une revue des travaux québécois sur la biologie de l'espèce.

2.1 Évolution des pêches commerciales depuis le siècle dernier

Le rendement des pêches commerciales d'alose savoureuse (figure 1), aussi bien en eaux canadiennes qu'américaines, a diminué d'une façon remarquable au cours de la première moitié du vingtième siècle. Les statistiques officielles présentent généralement une image sous-estimée de la récolte

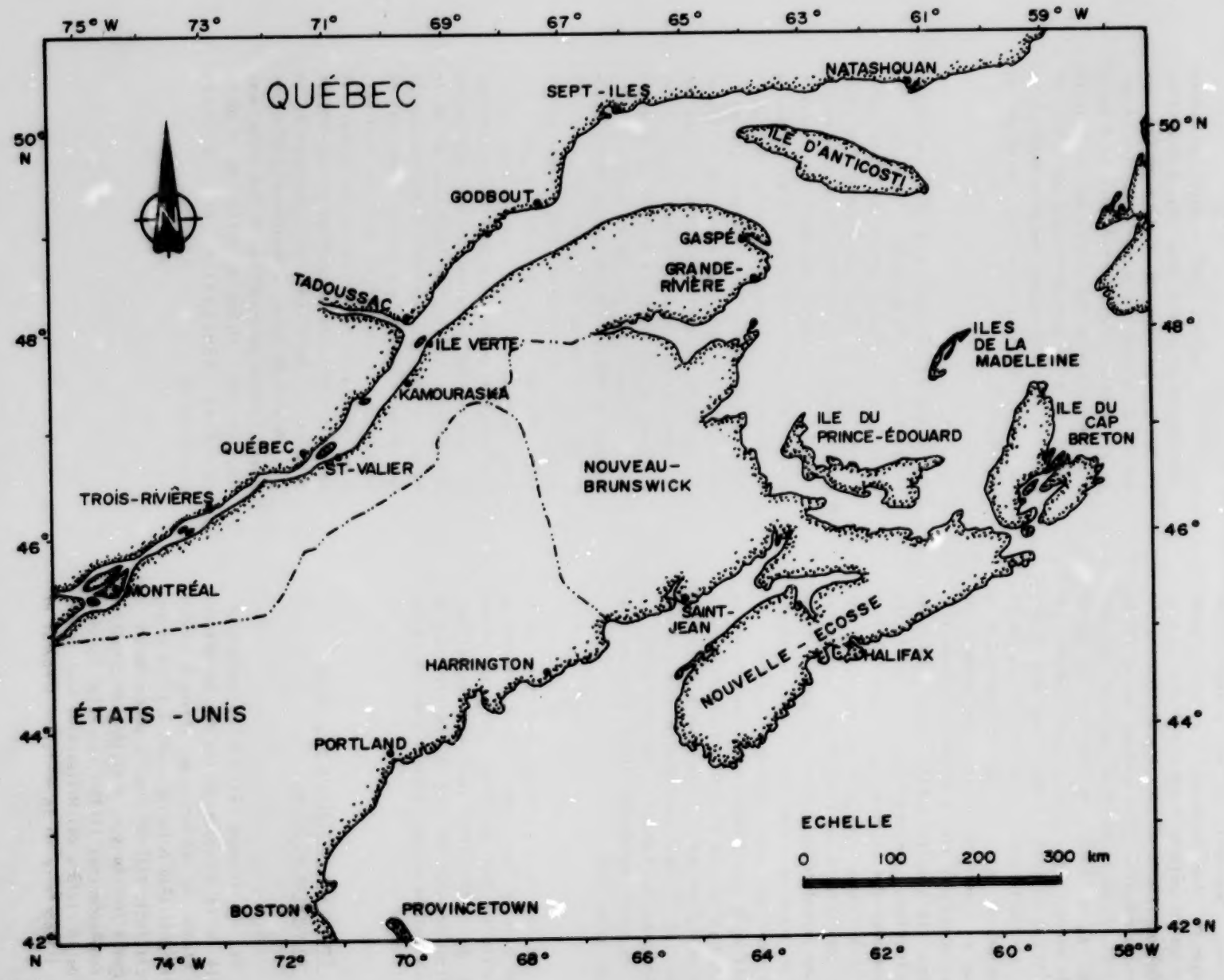


Figure 3: Localisation de la zone à l'étude

réelle. Cependant, il est possible d'en dégager certaines tendances. Les statistiques récentes de captures commerciales d'alose pour le Québec illustrent bien les difficultés que l'espèce connaît. D'un maximum de 197 773 kg en 1955, la pêche maritime n'a enregistré que 1 810 kg en 1980. Au chapitre des pêches intérieures, les prises sont passées de 134 773 kg en 1943 à 8 080 kg en 1980 (figure 1). La limite entre le territoire des pêches maritimes et celui des pêches intérieures se situe au niveau de la ville de Québec. Au cours du dernier siècle et particulièrement au Québec, la récolte paraît avoir connu des fluctuations importantes. Des pics d'abondance des captures apparaissent à tous les 3 à 7 ans. Ces pics ne concordent pas avec ceux obtenus aux Etats-Unis. Les faibles prises enregistrées aujourd'hui pour l'ensemble de l'est de l'Amérique du Nord ne dépendent donc pas d'un facteur régulateur qui aurait agit simultanément au niveau de toutes les populations de la côte atlantique lors de leur séjour en mer. Il est aussi curieux de noter la baisse continuelle des prises intérieures au Québec depuis 1943 alors que les captures maritimes n'ont atteint leur apogée qu'en 1955.

De nos jours, l'alose savoureuse ne se pêche plus de façon commerciale qu'en aval de la ville de Trois-Rivières. Quelques pêcheries de faible importance sont explicitées, particulièrement le long de la rive sud du fleuve Saint-Laurent, surtout dans la région de l'Île Verte.

2.2 Etudes sur la biologie de l'alose savoureuse au Québec

Peu de travaux réalisés au Québec ont traité de la biologie de l'alose savoureuse: les études de marquage de Vladykov (1950, 1957), réalisées principalement à l'Île Verte, l'étude radio-télémétrique du comportement de l'alose effectuée sur la rivière des Prairies par Eco-Recherches (1982b), un suivi écologique de la rivière des Mille Iles pour y établir l'importance de la montaison (Provost et Fortin 1982; Leclerc 1983) et enfin, un compte rendu des observations effectuées à la centrale hydro-électrique de Rivière-des-Prairies sur la dévalaison des aloses juvéniles (Auger et al. 1983). S'ajoutent à cela le travail bibliographique de Roy (1968) sur la biologie de l'alose et le document publié par Gravel et Dubé (1980) qui développe une problématique de la circulation de l'alose dans l'archipel de Montréal.

D'autres études ajoutent certaines informations intéressantes (Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche 1980, Provost et al. 1982; Eco- Recherches 1983; Environnement Illimité 1983; Provost et Fortin 1984). Un nombre important de rapports d'inventaires des ressources ichtyologiques de différents cours d'eau de la région métropolitaine et du fleuve Saint-Laurent indiquent, d'une certaine façon, les voies migratrices et les secteurs susceptibles d'être utilisés par l'alose durant sa migration (Leim 1924; Cuerrier et al. 1946; Drainville et Brasserd 1961; Mongeau et al. 1974; Bouchard 1976; Mongeau et Massé 1976; Bergeron 1977; Lagacé et al. 1977; Pageau et Tanguay 1977; Beauvais et al. 1979; Hydro-Québec 1979; Mongeau et al. 1980; Malhot et al. 1981; Massé et al. 1981; Eco- Recherches 1982a; Hydro-Québec 1982). L'utilisation de certains couloirs migratoires est précisé par certaines données inédites du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, par des informations recueillies auprès des pêcheurs commerciaux du lac Saint-Louis et du bassin de Laprairie, près de Montréal, ainsi que de la région de Trois-Rivières, et par un compte rendu de captures occasionnelles d'alose produit par un biologiste de l'Université du Québec à Montréal. Enfin, les communications personnelles et les chroniques (Deyglun 1965) tirées du milieu de la pêche sportive complètent ces sources d'information.

2.3 Intégration des études québécoises aux connaissances actuelles du cycle vital de l'alose savoureuse

Pour pallier à cette carence de recherche sur les populations d'alose du Québec, les études menées sur la côte est américaine ont été mises à contribution. Les conclusions de ces études peuvent être appliquées aux populations du Québec et doivent être considérées avec une certaine réserve avant d'être confirmées régionalement.

2.3.1 Caractéristiques des migrations

2.3.1.1 Mélange des stocks en mer

L'alose savoureuse est un poisson qui passe la plus grande partie de son existence en eau salée. Elle ne se retrouve en eau douce que pendant sa période de reproduction ainsi qu'au cours de ses premiers mois de développement. Plusieurs auteurs ont prouvé, par des expériences de marquage et par l'analyse des résultats de la pêche côtière et hauturière, que l'ensemble des aloses des rivières de la côte atlantique se retrouvent chaque automne dans le golfe du Maine (Bigelow et Schroeder 1953; Talbot et Sykes 1958; Walburg et Nichols 1967; Neves et Depres 1979). D'après Talbot et Sykes (1958), qui ont analysé les résultats de dix-neuf années de marquage, les populations d'alose des rivières comprises entre la baie de Chesapeake et la rivière Connecticut migrent vers le nord après la fraye et passent le reste de l'été et l'automne dans le golfe du Maine. Leggett (1973) a produit une carte des migrations saisonnières des diverses populations d'alose savoureuse de la côte atlantique, (figure 4). Cette conception a cependant été modifiée récemment.

Dadswell et al. (1983a, 1983b), Melvin et al. (1983) et Dadswell (1984) ont récemment prouvé par une étude de marquage et par l'analyse de mesures méristiques et morphométriques que contrairement à ce qui était admis à l'effet que l'alose passait l'été dans le golfe du Maine, il semble y avoir trois aires d'estivage: la baie de Fundy, les régions turbides du fleuve Saint-Laurent et la côte du Labrador. C'est la baie de Fundy qui paraît être le secteur le plus utilisé. Près d'une trentaine de populations d'alose d'autant de rivières de la côte atlantique utilisent la baie de Fundy pendant l'été et l'automne après la période de reproduction. L'étendue de l'aire d'engraissement de l'espèce ne se limite donc pas au golfe du Maine mais s'étend à la baie de Fundy. L'utilisation intense de ce bassin peut s'expliquer par la présence d'importantes concentrations de plancton, l'absence d'autres espèces pélagiques compétitrices et l'existence d'une intensité lumineuse particulière due aux eaux turbides.

Les aloses originaires des cours d'eau canadiens descendent vers le sud pour atteindre à leur tour le large des côtes du Maine. Quelques spécimens marqués dans la région de l'Île Verte entre 1945 et 1948 ont été repris, pour la plupart, entre les mois d'octobre et de mai près des côtes de la Nouvelle-Ecosse et de certains états américains dont le Massachusetts, le New-Jersey, le Delaware et la Virginie (Vladykov 1950, 1957). Dadswell (1984) souligne également qu'il existe trois différentes aires d'hivernage: la région du golfe du Maine et du plateau de la Nouvelle-Ecosse, le secteur au large de la côte des états de la Virginie et de la Caroline du Nord et la zone au large de la Floride.

À l'approche de la période de fraye, le phénomène inverse se produit et une nouvelle séparation des stocks s'effectue (Talbot et Sykes 1958). Les aloses des rivières du nord de la côte est amorcent leur migration en direction de leur rivière respective. Rendues dans le golfe du Maine, les aloses qui n'ont pas atteint leur maturité sexuelle y passent l'été. Les géniteurs poursuivent leur voyage jusqu'en eau douce.

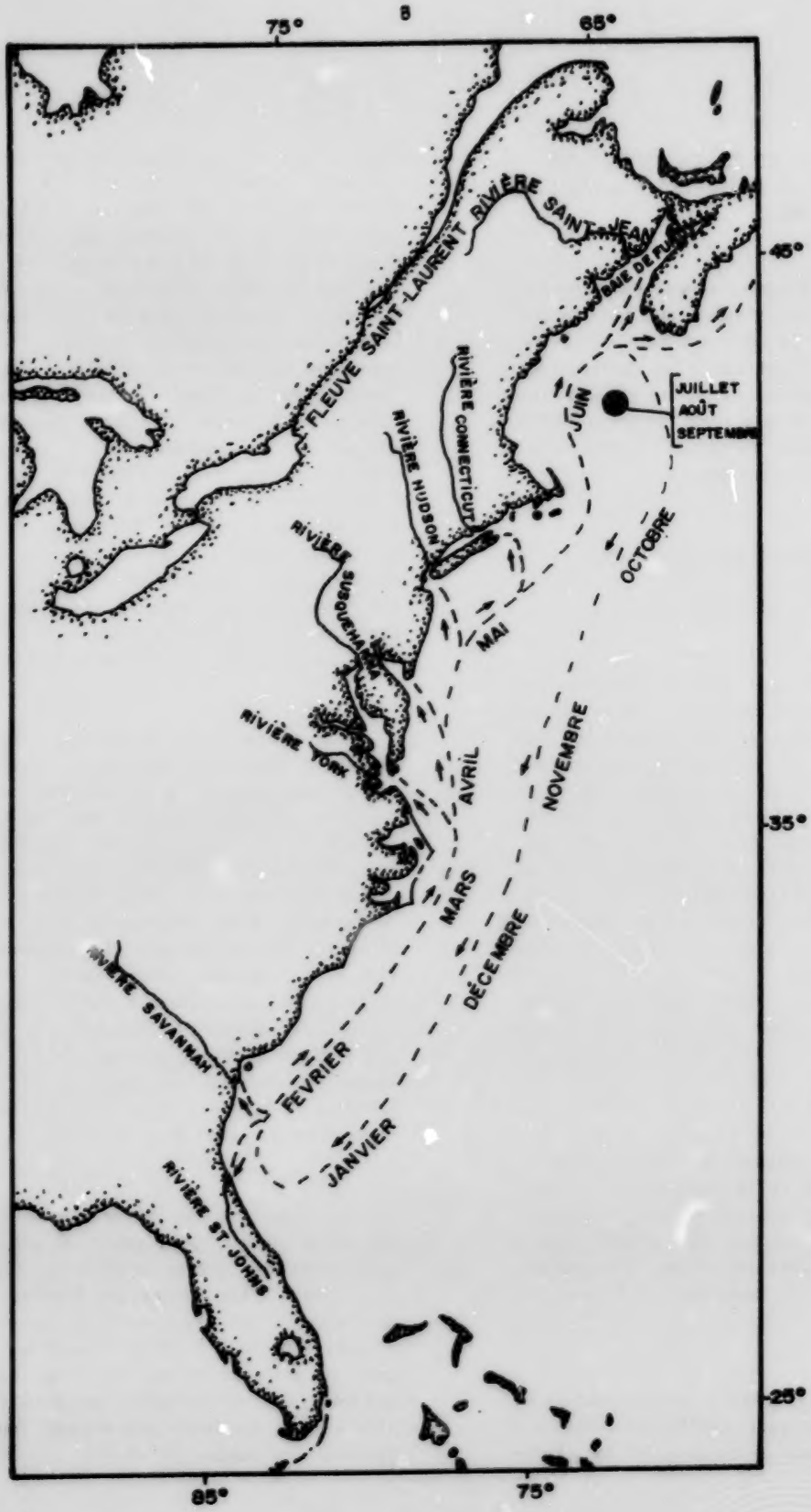


Figure 4: Migrations saisonnières des différentes populations d'alose savoureuse de la côte atlantique (tirée de Leggett 1973).

2.3.1.2 Hypothèses rattachées aux déplacements des aloses en mer

Déjà à la fin du siècle dernier, McDonald (1884 in Leggett et Whitney 1972) suggérait que la montaison de l'alose était reliée à un intervalle de température de 15 à 20°C. Talbot et Sykes (1958) ont étudié ce phénomène et ont obtenu des résultats intéressants, mais ce sont Leggett et Whitney (1972) qui ont développé l'hypothèse d'un patron de déplacement par les aloses en mer.

Après avoir construit une carte de distribution de l'espèce en fonction de la date et du lieu de recapture pour plusieurs rivières de la côte est américaine en plus des provinces maritimes et du fleuve Saint-Laurent, Leggett et Whitney (1972) ont découvert l'existence d'une forte corrélation entre la présence d'alose à un endroit donné et un intervalle de température de surface de 13 à 18°C. Avec les saisons, cet écart de température se déplace du sud au nord de la côte. Par exemple, au mois de janvier, cette mince bande se retrouve au niveau de la péninsule de la Floride, période où les eaux sont à leur plus basse température pour cette région, ce qui correspond aussi au pic de montaison des aloses dans la rivière St.Johns (figure 5). Le même phénomène se reproduit au mois de mai pour les aloses de la rivière Connecticut. L'entrée de l'espèce dans le golfe Saint-Laurent semble plus ou moins liée à ce même processus puisque la température maximale de 13°C n'est atteinte dans le secteur qu'au mois de juin et juillet. La distribution du zooplancton joue aussi un rôle important dans la répartition des aloses le long de la côte et expliquerait la présence de certains spécimens en dehors du champ de températures préférentielles identifié par Leggett et Whitney (1972).

Toutefois, Neves et Depres (1979) ont obtenu des résultats quelque peu différents pour les températures préférentielles des aloses en pleine mer. Leur analyse repose essentiellement sur des captures au large des côtes atlantiques. Les hypothèses émises par Leggett et Whitney (1972) reposaient sur des observations reliées au retour à la rivière natale et des extrapolations supposaient l'extension du phénomène au large des côtes. Neves et Depres (1979) ont plutôt observé que les captures en pleine mer correspondent à des températures de fond qui varient, pour la plupart, entre 3 et 15°C et optimalement entre 7 et 13°C.

Au Québec, l'alose se présente entre la deuxième et la troisième semaine de mai à la hauteur de l'Île Verte (Roy 1968). A cette période de l'année, la température de l'eau de surface de cette région ne dépasse guère 8°C (El-Sabh 1979). Puisque la vitesse de nage en mer de l'espèce atteint quelques 21 km/jour en moyenne (Leggett 1977b), les aloses pénètrent donc dans l'estuaire du fleuve entre la troisième semaine d'avril et la première semaine de mai car une distance de 500 km sépare l'entrée de l'estuaire de l'Île Verte. Or, à cette période de l'année, des températures de fond de l'ordre de 3 ou 5°C sont enregistrées à la hauteur de Rimouski (El-Sabh 1979), ce qui reflète possiblement les conditions à la hauteur de la pointe gaspésienne. Les populations d'aloses du Saint-Laurent ne semblent donc pas suivre une bande isothermique de surface de 13 à 18°C qui ne se retrouve qu'au mois de juin dans la région du golfe du Saint-Laurent. L'intervalle de températures de fond de 3 à 15°C qui prévaut au début du mois de mai dans l'estuaire du Saint-Laurent semble être le véritable facteur qui régit le déplacement des aloses en mer. L'hypothèse de Neves et Depres (1979) s'ajuste mieux à la réalité que celle de Leggett et Whitney (1972). Dadswell (1984) estime que le patron des migrations est apparemment contrôlé par la température mais que les populations du nord et du sud manifestent des différences quant à la gamme des températures préférées.

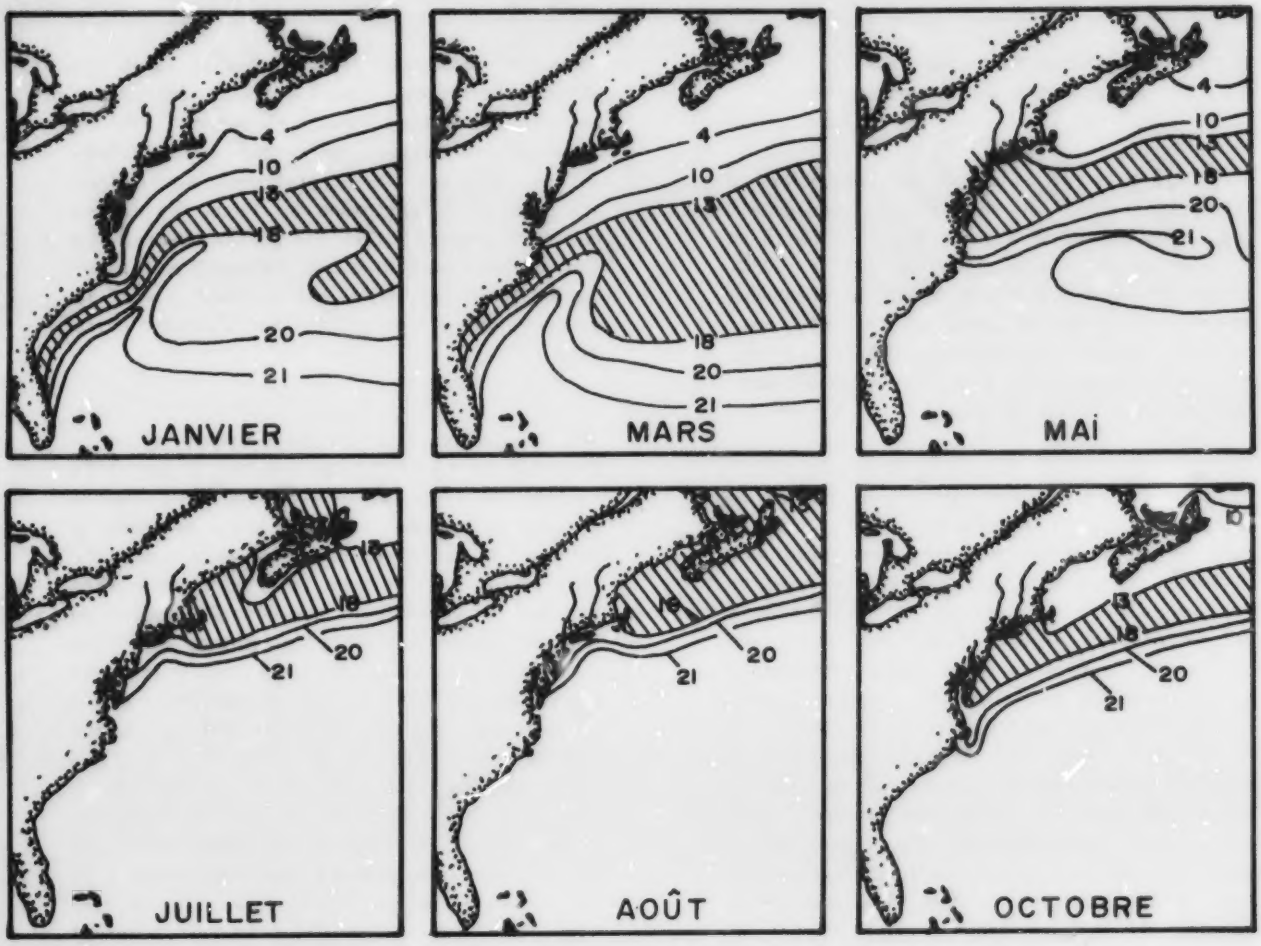


Figure 5: Déplacements des populations d'alose savoureuse de la côte atlantique en fonction des températures saisonnières (°C) (tirée de Leggett 1973).

(La zone thermique préférentielle (température de l'eau en surface) est représentée par les lignes hachurées et correspond, théoriquement, au positionnement des populations d'alose le long de la côte atlantique).

2.3.1.3 Températures de l'eau associées à la montaison en rivière

Leggett et Whitney (1972) ont démontré que le pic de montaison de l'alose savoureuse en rivière correspond à un intervalle de températures de surface de 14 à 21.5°C (figure 6).

Au Québec, les températures observées au cours de la montaison de l'alose reflètent assez fidèlement ce qui se retrouve sur la côte américaine. Dans la rivière Batiscan, située à quelques kilomètres en aval de Trois-Rivières, des aloses ont été capturées en 1980 et 1982 où la température de l'eau oscillait entre 14.5 et 19°C (Jean Scrosati, M.L.C.P. de Trois-Rivières, comm. pers.). Provost et al. (1982) ont mesuré des températures qui variaient de 14.3°C le 25 mai à 21°C le 16 juin à la rivière des Prairies près de Montréal. Le pic de captures a été obtenu le 4 juin à une température de 18.1°C. L'année suivante, Provost et Fortin (1984) ont capturé leurs premières aloses dès le 24 mai à une température de l'eau de 12.7°C. Les dernières captures ont eu lieu le 23 juin, à une température de 21.8°C. Le pic de la montaison a été enregistré vers la première semaine de juin avec des oscillations de température autour de 14°C. Leclerc (1983) a pour sa part noté des températures qui variaient de 12.5 à 22.7°C sur la rivière des Mille Iles avec un maximum d'activité entre 13 et 17°C. Enfin, une étude réalisée en aval du barrage de Carillon (Environnement Illimité 1983) démontre que la période de fraye s'est déroulée entre le 1er et le 15 juin où les températures de l'eau atteignaient 13 à 17.5°C. La montaison de l'alose en rivière est associée à des températures préférentielles de 12.5°C à 22.7°C.

2.3.1.4 Mécanismes physiologiques impliqués lors du retour à la rivière natale

Hollis (1948) a été le premier à prouver le phénomène du retour à la rivière natale chez l'alose savoureuse. Depuis ce temps, d'autres études de marquage ont renforcé cette théorie (Vladykov 1950; Talbot et Sykes 1958; Nichols 1961; Leggett 1976; Dadswell et al. 1983b).

Vladykov (1957) a émis une hypothèse intéressante selon laquelle les aloses du Québec ne se reproduiraient pas à toutes les années. Ces aloses emprunteraient des routes migratoires inhabituelles. L'auteur souligne la recapture de trois spécimens marqués à l'Île Verte et repris dans la baie de Fundy entre la mi-mai et la mi-juillet, un à deux ans après avoir été marqués. Les gonades de ces aloses étaient en formation et rien ne laissait présager une fraye récente ou à venir. Malheureusement, aucune étude de lecture d'écailles n'a encore été réalisée au Québec. Les marques de fraye laissées sur ces structures permettraient facilement de vérifier l'hypothèse de Vladykov. Ce phénomène n'a jamais été signalé ailleurs en Amérique du Nord.

Avec l'avènement des méthodes modernes de télémétrie, certains auteurs ont pu cerner un peu mieux les facteurs physiologiques et/ou environnementaux qui poussaient l'alose vers ce retour précis à la frayère natale. Dodson et Leggett (1973, 1974), au terme de leur recherche, ont conclu que les mécanismes qui permettent d'identifier l'emplacement de la rivière natale étaient d'ordre olfactif et rhéotactique. En pleine mer, à l'approche de l'estuaire de la rivière, l'alose s'oriente principalement par la direction et la vitesse du courant des marées. L'olfaction joue un rôle prépondérant dans la localisation finale de l'entrée de la rivière et détermine l'amplitude des mouvements de recherche effectués par les aloses. Le sens de la vue n'a pas été écarté définitivement des mécanismes responsables de l'orientation.

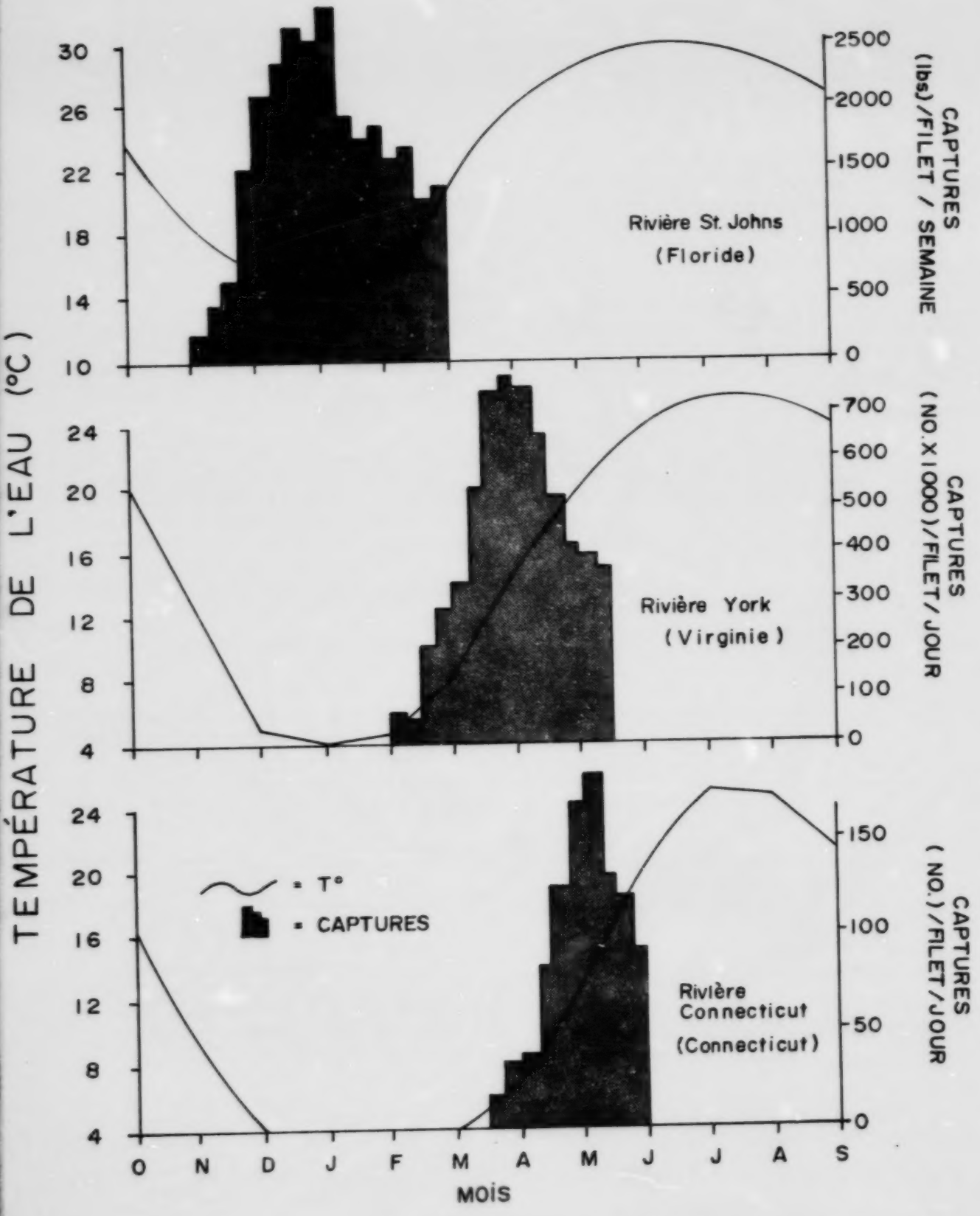


Figure 6: Relation entre les captures d'aloses savoureuses et la température de l'eau (tirée de Leggett et Whitney 1972).

- Facteur rhéotactique

Leggett (1977c) souligne que cette propriété qu'ont certaines espèces de discriminer plusieurs cours d'eau pour en venir à une sélection précise peut être affectée par l'importance du débit de la rivière, par l'orientation des courants et par la sensibilité olfactive de l'animal. Gravel et Dubé (1980) ainsi que Provost et Fortin (1982) sont d'avis que le volume des débits joue un rôle qui discrimine l'importance relative de la montaison dans les rivières des Prairies et des Mille Iles. Les résultats de 1983 (Leclerc 1983; Provost et Fortin 1984) corroborent ces observations. Ce phénomène de concordance entre le volume du débit et l'importance de la montaison a d'ailleurs été observé en 1980 (Massé et al. 1981; Provost et Fortin 1982) en différents secteurs de la rivière des Mille Iles.

Une montaison massive d'aloses génésiques dans la rivière des Mille Iles, lors des années de crues prolongées, influence l'abondance de l'espèce dans la rivière des Prairies (Provost et al. 1982; Provost et Fortin 1984). La rivière des Mille Iles est une voie de migration privilégiée lors des années à débits élevés. Par contre, cette rivière est beaucoup moins utilisée par l'alose en période de faibles crues et ce, au profit de la rivière des Prairies (figure 7). La répartition de la montaison de l'alose à travers les cours d'eau de l'archipel de Montréal est donc directement affectée par les conditions hydriques des mois de mai et juin. La régularisation des eaux du Saint-Laurent opérée au niveau des Grands-Lacs influence sûrement ces conditions et c'est pourquoi l'impact de ces interventions doit être examiné.

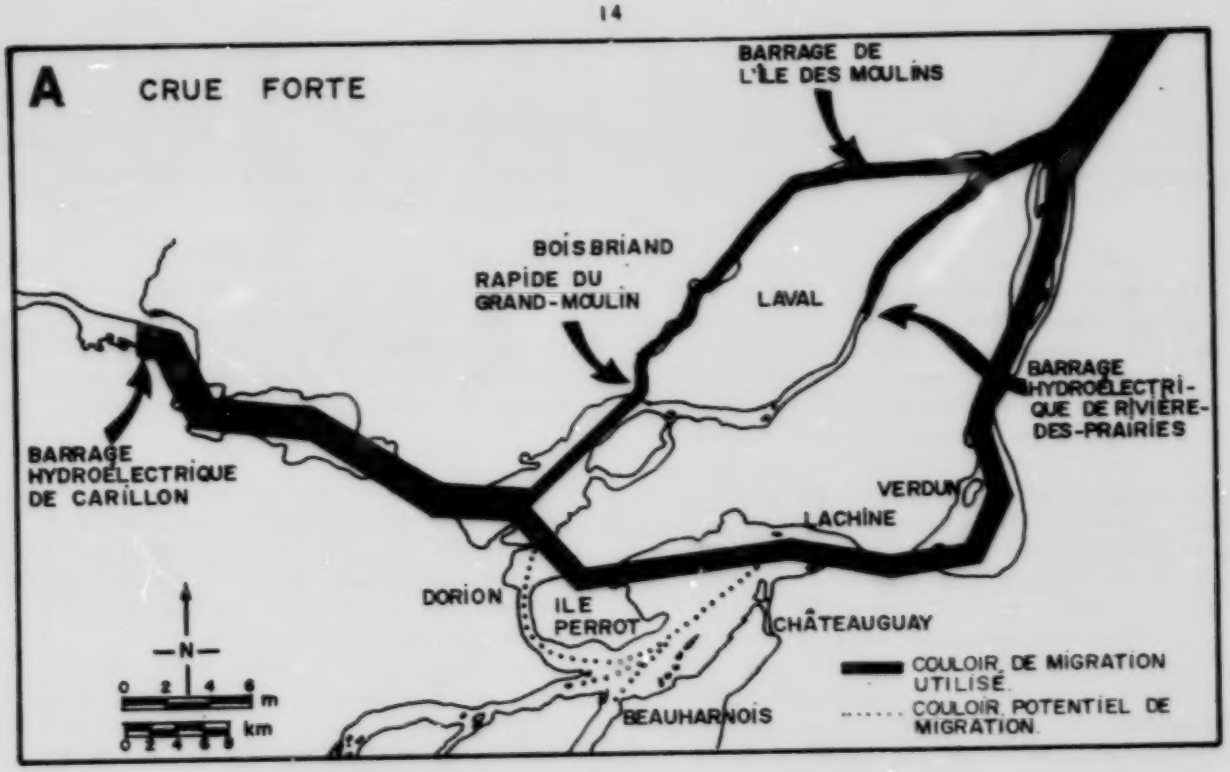
- Facteur olfactif

La présence de phéromones due à un séjour antérieur de l'espèce est aussi responsable du "homing". Les indicateurs olfactifs détectables par l'alose peuvent être volatiles, non-volatiles, organiques ou inorganiques. Les concentrations de produits détectables par l'alose peuvent être modifiées par l'apport considérable de certains effluents des secteurs industrialisés. Aucune étude n'a pu démontrer, jusqu'à maintenant, l'impact de ces actions sur l'habitat de l'alose savoureuse.

La faculté qu'auraient les espèces anadromes de détecter sur une grande distance de très faibles concentrations de certains éléments ou de composés de différentes natures, présents sur les frayères d'origine, serait causée par un déséquilibre hydrominéral ou hormonal (Roy 1968; Woodhead 1975), résultat d'une perturbation endocrine. Au début de la maturation génitale, en mer, ce déséquilibre rend les aloses d'une sensibilité particulière aux facteurs externes du milieu et elles obéissent donc à leur action dans la mesure où le déséquilibre s'atténue jusqu'à ce qu'il soit corrigé, c'est-à-dire au moment où le poisson retrouve les caractéristiques définies de sa rivière d'origine. Déjà, dès la vie embryonnaire, les facteurs associés à un milieu particulier marquent les régions sensorielles du poisson.

L'absence pratiquement totale de spécimens sexuellement immatures en rivière s'explique donc par leur condition endocrinienne stable. Leggett (1977c) en conclut que le sens développé de l'olfaction de certaines espèces ichtyennes provoque la stimulation de d'autres sens, responsables eux aussi du repérage précis de la frayère à l'approche de la rivière natale. Le retour au lieu d'origine résulte donc en un isolement génétique. Ce phénomène est essentiel au développement d'adaptations complexes en rapport avec le milieu de reproduction utilisé.

Dodson et al. (1972) ont remarqué que les aloses affichent un comportement prolongé de va-et-vient dans le secteur de transition entre l'eau douce et l'eau salée.



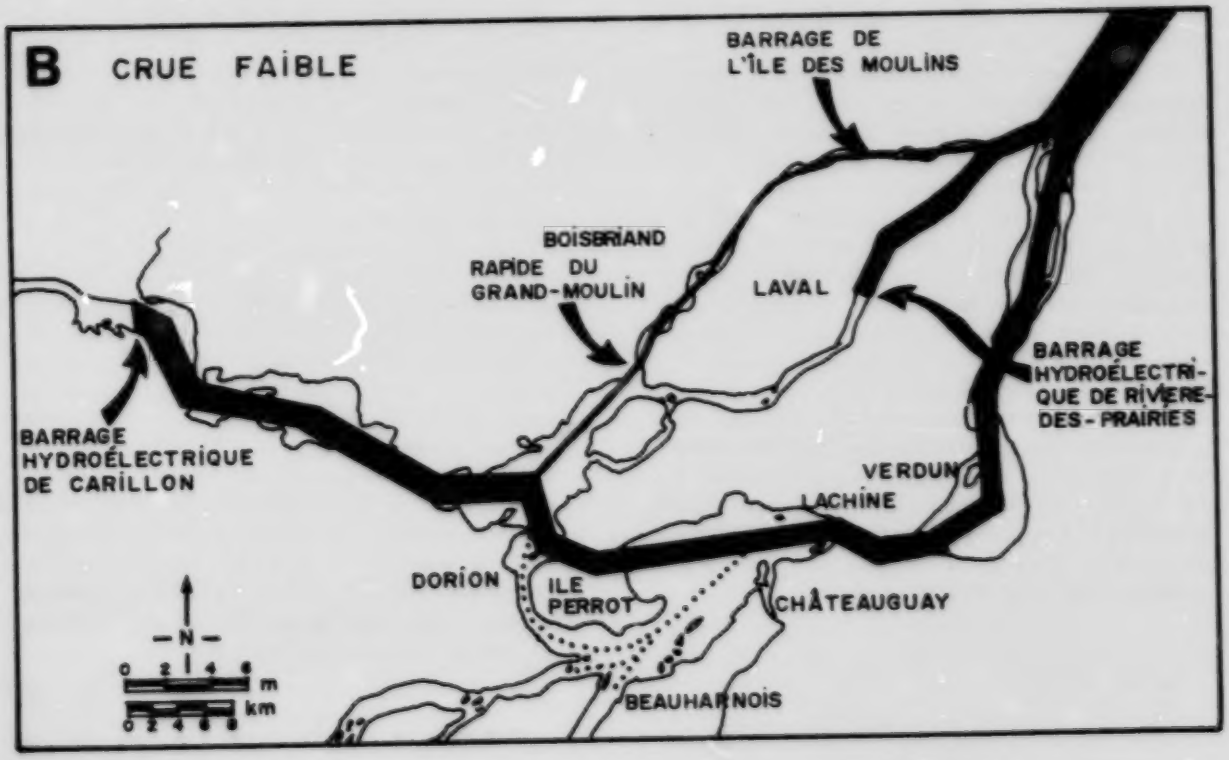


Figure 7: Distribution de l'alose savoureuse dans les eaux de l'archipel de Montréal.

Ce processus d'adaptation physiologique à de nouvelles conditions d'habitat retardent la migration vers la frayère. Leggett et O'Boyle (1976) ont observé des changements importants au niveau de l'équilibre osmotique sanguin lors d'un transfert rapide des aloses de l'eau salée à l'eau douce. Ces modifications entraînent même la mort de plusieurs spécimens dans un court laps de temps. Ces auteurs en ont déduit que le séjour prolongé de l'espèce dans l'estuaire sert à minimiser le stress physiologique entraîné par le déséquilibre minéral et constitue une forme de récupération à la suite du stress provoqué. Dodson et Dosie (1984) confirment, par un modèle mathématique appliqué à la rivière Connecticut, l'hypothèse selon laquelle les aloses développent un comportement d'ordre rhéotactique relatif à un courant spécifique pour augmenter le succès de leur migration si elles agissent de façon à synchroniser les stimuli olfactifs appropriés avec les stimuli reliés aux courants. La zone de transition entre le milieu salin et dulcicole se situe, pour le Saint-Laurent, aux environs de l'Île aux Oies, quelques 20 km en aval de l'Île d'Orléans. Le taux de salinité est évalué à près de 2 ppm à cet endroit et varie selon les débits et la force des marées (Lavoie et Beaulieu 1971).

2.3.2 Distinction de populations

Les populations d'alose savoureuse, originaires de la côte atlantique, montrent des différences notables dans la variation de certains de leurs caractères morphométriques et méristiques. De plus, certaines distinctions, associées à la reproduction, ont été mises en relation avec la latitude des rivières d'origine de certaines populations de la côte est américaine ainsi que pour quelques cours d'eau des provinces maritimes. De là, certaines hypothèses sont émises quant à une stratégie de reproduction en fonction de l'allocation des ressources énergétiques. La détermination de la structure d'âges d'une population, l'âge à la maturité sexuelle, la fécondité et la fréquence de reproduction sont des données de base à l'établissement d'un plan de gestion des stocks. Tout reste à faire dans ce domaine de la biologie de l'alose savoureuse du Québec.

2.3.2.1 Variations des caractères de l'espèce

L'alose possède une très forte tendance à revenir à sa frayère natale. Cet isolement génétique des populations a pour conséquence de créer des bassins distincts ou écophénotypes, reflets des conditions environnementales spécifiques des milieux de reproduction.

Vladykov et Wallace (1937), Warfel et Olsen (1947), Hill (1959), Nichols (1966), Carscadden (1972), Carscadden et Leggett (1973) et Melvin et al. (1983) ont contribué à établir une distinction raciale entre les stocks d'aloses de la côte atlantique. Dans la majorité des cas, les caractères méristiques mesurés étaient le nombre de rayons des nageoires dorsale, anale et pectorale (côté droit dans ce dernier cas) et le nombre de scutelles ventrales antérieures et postérieures (aux nageoires pelviennes).

Au Québec, les seuls résultats disponibles pour l'instant se retrouvent dans le rapport de Leclerc (1983). Celui-ci a mesuré près d'une trentaine d'aloses en montaison sur la rivière des Mille Iles. Bien que l'effectif de l'échantillon ne soit pas très élevé, ces résultats se comparent aux autres populations de la côte atlantique (tableau 1). D'une façon générale, le nombre de caractères méristiques tend à augmenter avec la latitude (Vladykov 1934). Bien que l'analyse des résultats de Leclerc (1983) soit préliminaire, il appert que les aloses capturées sur la rivière des Mille Iles sont vraiment distinctes des autres populations-témoins (figure 8).

Tableau 1. Comparaison de certains caractères méristiques pour diverses populations d'alose savoureuse (d'après Carscadden et Leggett, 1973; Leclerc, 1983).

POPULATION	N	NB. DE RAYONS DE LA NAGEOIRE DORSALE	NB. DE RAYONS DE LA NAGEOIRE PECTORALE DROITE	NB. DE RAYONS DE LA NAGEOIRE ANALE	NB. DE SCUTELLES ANTÉRIEURES	NB. DE SCUTELLES POSTÉRIEURES
Riv. des Mille Iles	27	17.82	16.07	20.85	21.19	16.37
Kennebecasis River	95	18.00	16.26	22.05	22.13	15.57
Washademoak Lake	127	18.04	16.50	21.87	22.21	15.58
Mactaquac Dam	86	17.55	15.83	21.22	21.88	15.51
Rivière Miramichi	80	17.61	15.86	21.34	22.50	16.04
Rivière Hudson	104	17.93	15.78	21.62	22.02	15.32
Rivière Connecticut	91	17.22	14.70	21.23	21.60	14.86

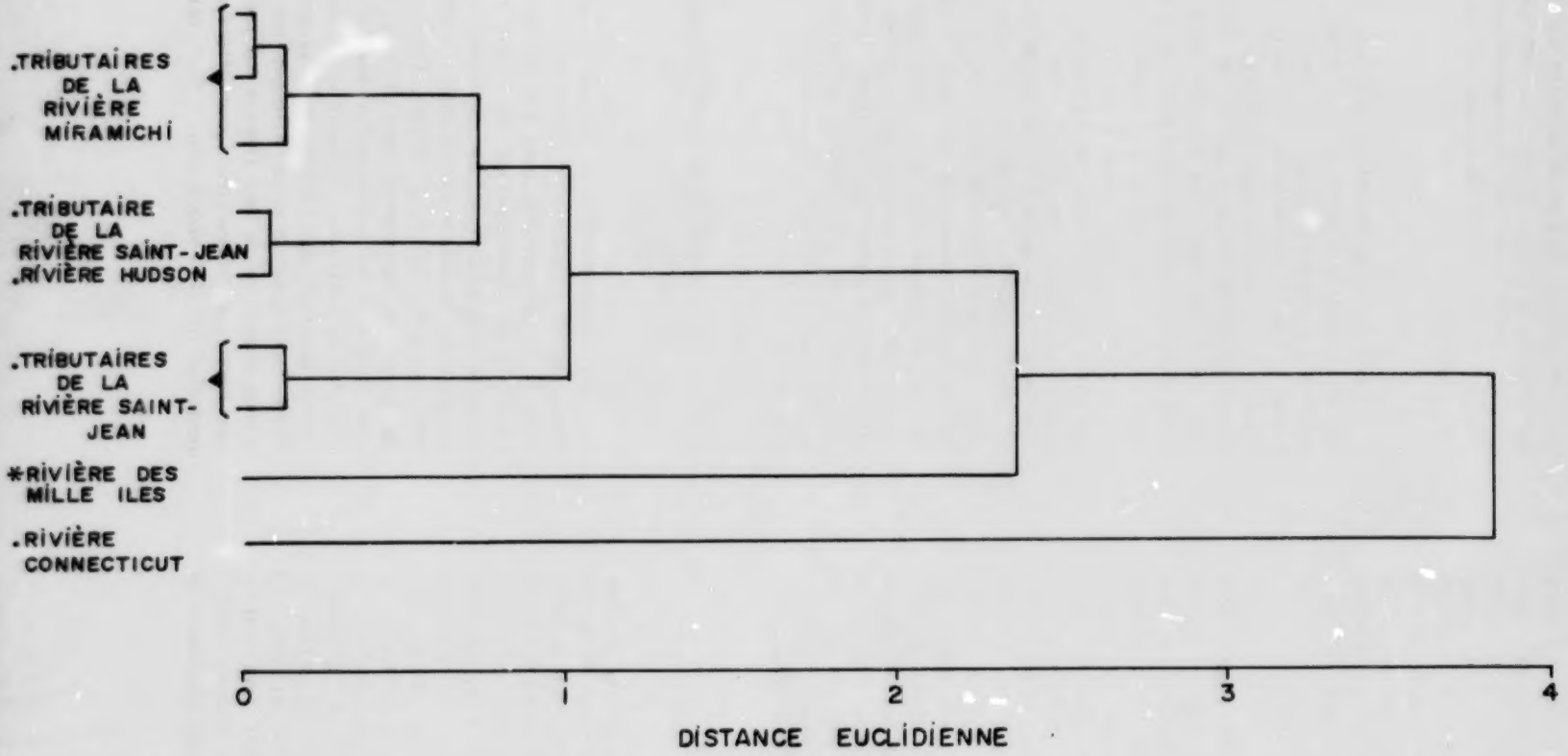


Figure 8: Dendrogramme de la distance euclidienne (D^2)* des populations d'alose savoureuse de diverses rivières (d'après Leclerc 1983).

* Voir Legendre et Legendre (1979), p. 24 pour plus de détails.

Carscadden et Leggett (1975b) ont décelé un pourcentage de chevauchement très bas entre les caractères mesurés sur des groupes d'aloses de trois tributaires de la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick et de trois autres cours d'eau (rivières Miramichi, Connecticut et Hudson) (figure 8). Les auteurs en ont déduit que les aloses, pour se reproduire, ne retournent non pas seulement à leur rivière d'origine mais plus précisément à leur tributaire natal.

L'analyse de ces résultats suggère donc que les caractères méristiques d'une cohorte donnée sont fortement influencés par une composante génétique qui dépend de plusieurs facteurs environnementaux comme la température, la degré d'oxygène dissous, etc. (Vladykov 1934; Barlow 1961). Le faible degré de variabilité obtenu pour le nombre moyen des différents caractères entre les classes d'âge chez les aloses d'une rivière donnée, démontre bien la constance des conditions qui déterminent la classification d'une population. Ainsi, de très faibles variations au sein des conditions environnementales d'une région influencent un groupe d'aloses lors de ses premiers stades de développement, au point d'en modifier certains de ses caractères.

2.3.2.2 Adaptations de reproduction

Règle générale, les populations d'alose savoureuse qui se reproduisent à la limite sud de leur aire de distribution (en deça de 32°N) ont un âge moyen, à maturité sexuelle, moins élevé et une fécondité trois à cinq fois plus grande que les populations qui se reproduisent à de plus hautes latitudes. Au contraire, le pourcentage de géniteurs qui se reproduisent plus d'une fois augmente avec la latitude. Au sud du 32°N, aucun géniteur ne survit à la fraye (Leggett 1969; Leggett et Carscadden 1978). Pour les populations installées au nord de Cape Fear en Caroline du Nord, la fraye peut se répéter plusieurs fois (Cating 1953; Judy 1961; Walburg et Nichols 1967). Par exemple, la proportion de géniteurs en montaison sur la rivière Neuse, en Caroline du Nord, et qui ont déjà fraye au moins une fois, est évaluée à 3% et à plus de 50% sur la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick (Leggett 1969a, 1976; Carscadden et Leggett 1973, 1975a,b).

Ces mêmes constatations ont été faites par Carscadden et Leggett (1973, 1975a) à une échelle micro-géographique, pour trois tributaires situés à différentes latitudes de la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick. Roy (1968) a comparé quelques mesures de fécondité pour des aloses capturées à l'Île Verte et à Trois-Rivières, en 1950 (tableau 2) et a aussi observé une nette tendance à la diminution de la production d'oeufs à mesure que la latitude des stations échantillonnées augmente. Or, Leggett (1977a,b) a établi une relation inverse entre la densité de la progéniture et la croissance des juvéniles. Comme la dévalaison est favorisée chez les juvéniles qui ont une croissance rapide (Marcy 1976a) et que la croissance est plus lente chez les populations des rivières méridionales, les populations d'alose des rivières nordiques compensent leur plus faible production en oeufs par un plus grand succès à la dévalaison.

2.3.2.3. Allocation d'énergie et stratégies de reproduction

Shoubridge (1977) a analysé le régime thermique de plusieurs rivières de la côte est; il en conclut que l'intervalle de temps favorable au développement de l'oeuf et de l'alevin décroît avec la latitude. Par conséquent, la survie des premiers stades de développement, la force d'une classe d'âge donnée et le recrutement dans la population sont sujets à des variations prononcées à de plus fortes latitudes. Leggett et Carscadden (1978) émettent donc l'idée que les populations "nordiques" d'alose allouent une plus grande proportion de leur énergie aux ressources somatiques nécessaires pour effectuer la montaison et la dévalaison. Tout cela se

Tableau 2. Fécondité comparée des aloses savoureuses (d'après Davis, 1957; Roy, 1968; Carscadden et Leggett, 1973).

LIEU D'ORIGINE	INTERVALLE DE LONGUEUR (LF) (mm)	POIDS MOYEN (g)	NOMBRE DE SPÉCIMENS	FÉCONDITÉ MOYENNE (nombre d'oeufs)
Fleuve Saint-Laurent (face à la ville de Trois-Rivières, Québec)	490 - 499	1 895	2	82 458
	500 - 509	2 185	2	77 336
	510 - 519	2 137	4	73 163
	520 - 529	2 330	2	101 590
	530 - 539	2 270	1	83 811
	540 - 549	2 585	1	83 088
Fleuve Saint-Laurent (Ile Verte, Québec)	490 - 499	1 950	2	163 525
	500 - 509	2 015	2	137 749
	510 - 519	1 973	4	82 783
	520 - 529	2 130	3	144 346
	530 - 539	2 446	4	101 119
	540 - 549	2 460	13	123 128
	550 - 559	2 600	8	133 591
	560 - 569	2 638	5	115 442
	570 - 579	2 620	1	128 601
	580 - 589	3 170	1	99 832
	590 - 599	3 220	1	131 351
	600 - 609	2 960	1	139 880
	610 - 619	2 910	2	151 346
	620 - 629	3 265	1	176 730
Rivière Miramichi (Nouveau-Brunswick)	440 - 459	1 470	1	109 846
	460 - 479	1 825	1	149 362
	480 - 499	2 075	1	297 155
	500 - 519	2 300	1	210 006
	520 - 539	2 500	1	176 823
Rivière Saint-Jean (Nouveau-Brunswick)	440 - 459	1 470	1	138 733
	460 - 479	1 825	1	166 092
	480 - 499	2 075	1	174 243
	500 - 519	2 300	1	177 820
	520 - 539	2 500	1	176 823
Rivière Hudson (New-York, E.-U.)	430 - 439	1 362	1	224 000
	460 - 469	1 645	1	252 000
	470 - 479	1 788	2	289 500
	480 - 489	1 844	1	209 000

Tableau 2. (suite)

LIEU D'ORIGINE	INTERVALLE DE LONGUEUR (LF) (mm)	POIDS MOYEN (g)	NOMBRE DE SPÉCIMENS	FÉCONDITÉ MOYENNE (nombre d'oeufs)
Rivière Potomac (Maryland, E.-U.)	410 - 419	1 191	1	195 000
	450 - 459	1 447	1	267 000
	470 - 479	2 128	1	425 000
	480 - 489	1 561	1	306 000
	490 - 499	2 355	1	525 000
Rivière Neuse (North Caroline, E.-U.)	440 - 449	1 816	1	423 000
	450 - 459	1 788	1	461 000
	470 - 479	2 100	1	448 000
	490 - 499	2 454	2	543 500
Rivière Edisto (South Caroline, E.-U.)	450 - 459	1 617	1	360 000
	470 - 479	1 603	2	424 500
	490 - 499	2 114	2	430 500
Rivière Ogeechee (Georgia, E.-U.)	450 - 459	1 759	2	377 000
	460 - 469	2 157	1	501 000
	470 - 479	1 930	2	447 500
Rivière St.Johns (Florida, E.-U.)	360 - 369	908	1	390 000
	370 - 379	965	1	320 000
	400 - 409	1 333	1	429 000
	410 - 419	1 362	1	616 000
	430 - 439	1 561	1	611 000

produit au détriment de l'énergie requise pour le développement des gonades et implique, par conséquent, une fécondité moindre. D'ailleurs, Glebe et Leggett (1981a, b) ont remarqué que le développement des gonades, chez les populations du sud, était à peine commencé lors de l'entrée des aloses génésiques dans la rivière. Par contre, les aloses de la rivière Connecticut, située plus au nord, affichaient des organes sexuels à maturité tout au long de la migration en eau douce.

À la lumière de ces observations, il semble que le développement des gonades débute au même moment chez toutes les populations d'alose de la côte atlantique. Toutefois, en raison d'un étalement de la migration en eau salée, le degré de développement des ovaires et des testicules, au moment de l'arrivée à l'embouchure de la rivière, augmente d'un cours d'eau à l'autre, proportionnellement à la latitude.

S'il est admis que toutes les populations d'alose ont des réserves énergétiques équivalentes pour la durée de leur existence et qu'elles allouent une proportion de ces ressources à leur croissance, à leur subsistance et à leur reproduction, des différences notables dans la répartition de cette énergie sont observées entre les divers groupes. Ainsi, les aloses des rivières méridionales dépensent jusqu'à 80% de leur réserve d'énergie pour se rendre à leur frayère et pondre leur produit sexuel là où les conditions du milieu sont stables et assurent un taux de survie très élevé (Glebe et Leggett 1981a,b). À l'opposé, les populations septentrionales se reproduisent dans un environnement où les fluctuations de température sont fréquentes et, par le fait même, là où la survie des oeufs et des alevins y est moins assurée. Une allocation d'énergie qui favorise un retour subséquent à la frayère est donc, dans ce cas-ci, plus avantageuse pour la perpétuation de l'espèce. De plus, selon leur appartenance à une population donnée, la maturité sexuelle est atteinte entre deux et six ans (Walburg et Nichols 1967). Toutes ces adaptations à l'environnement, le taux de fécondité, la fréquence de reproduction et l'âge à la maturité sexuelle reflètent un haut degré de plasticité de l'espèce et assurent sa survie.

2.3.3 Evolution de la croissance et déplacements

2.3.3.1 Oeufs et alevins

Pour obtenir plus de détails sur l'un ou l'autre des stades décrits sous ce chapitre, le lecteur pourra se référer aux ouvrages suivants: Prince (1907); Fish (1932); Stenger (1956); Mansueti et Hardy (1967); Watson (1968); Wang (1970); Scotton *et al.* (1973); Lippson et Moran (1974); Jones *et al.* (1978); Wang et Kernehan (1979).

Les oeufs de l'alose savoureuse sont démersaux, non-adhésifs et dérivent facilement avec le courant. Ils se retrouvent partout dans la colonne d'eau (Marcy 1976b). Les oeufs ovariens ont un diamètre moyen de 1.8 mm à maturité et sont de couleur ambre pâle (Leach 1925). Les oeufs fertilisés, de leur côté, sont transparents, de couleur rose ou ambre pâle et varient de 2,5 à 3,8 mm de diamètre (figure 9). L'espace périvitellin occupe la moitié du diamètre total de l'oeuf (Bigelow et Welsh 1925). L'incubation nécessite 2 jours, à une température de 27°C, et jusqu'à 17 jours à 12°C (Jones *et al.* 1978). Le rendement maximum obtenu pour la survie des oeufs est atteint entre 15,5 et 26,5°C (Leggett et Whitney 1972) et la température optimum est de 17°C dans un endroit dépourvu de lumière.

À l'éclosion, la larve mesure de 5,7 à 10 mm. Sa croissance est assez rapide puisqu'après seulement 21 à 28 jours elle atteint une longueur de quelques 27 mm (figure 9). Avant 13 mm, l'alevin ne possède aucune pigmentation mais, passé ce stade, deux lignes ventrales de chromatophores apparaissent à la

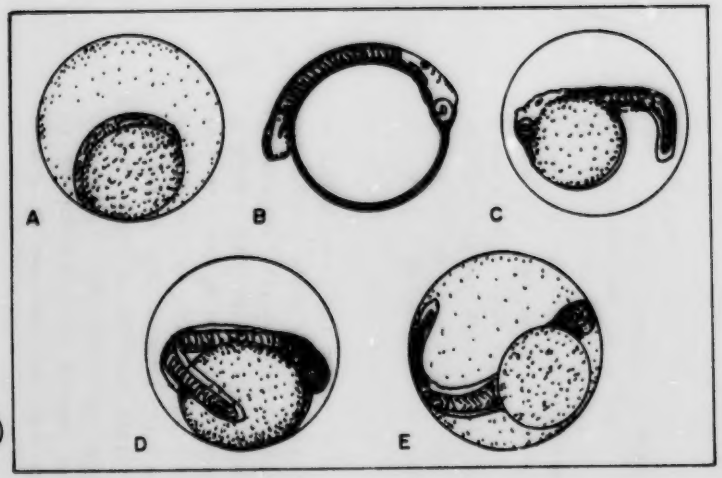
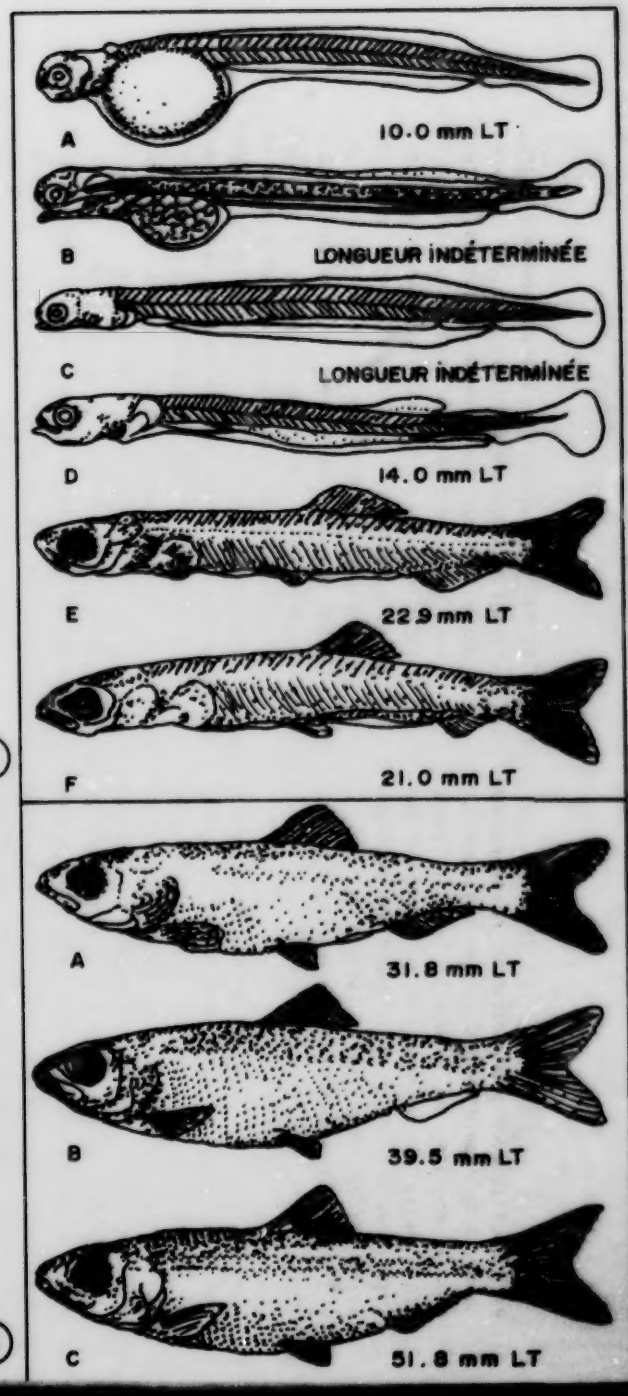


Figure 9: Stades de développement de l'alose savoureuse. (d'après Jones et al. 1978).

(1) Développement de l'oeuf. Caractéristiques générales: Transparent, couleur: ambre pâle ou rose, adhésif pour une courte période après la fertilisation, sphérique, 2,5-3,8 mm de diamètre. Vitellus granuleux, espace périvitellin équivalant à la moitié du rayon de l'oeuf. (A) Fermeture du blastopore; 20 myomères visibles. (B) Embryon dont la queue est libre du sac vitellin ("tail-free embryo"), le chorion est absent dans ce cas-ci; 32 myomères sont visibles, le coeur est défini par une zone foncée et épaisse qui se trouve derrière l'oeil. (C) Oeuf, 44 heures après la fécondation*. (D) Oeuf, 48 heures après la fécondation. (E) Oeuf, 72 heures après la fécondation. Vitellus couvert de chromatophores étoilés; la bouche est maintenant ouverte; arcs branchiaux rudimentaires et bourgeons pectoraux formés. *(La température d'incubation de tous les stades décrits précédemment est de 24°C).

(2) Développement de l'alevin. (A) Alevin vésiculé, 10,0 mm LT, fraîchement éclos. Myomères préanaux: 43; à ce stade, pigmentation présente sur le sac vitellin et le long de l'intestin (non-représentée). (B) Alevin vésiculé, longueur indéterminée, 3 jours depuis l'éclosion. Système urogénital représenté par une ligne foncée au-dessus de l'intestin. (C) Alevin vésiculé, longueur indéterminée, 5 jours depuis l'éclosion. Pigmentation des faces ventrale et dorsale de l'intestin non-représentée. (D) Larve (vésicule résorbée), 14.0 mm LT, 17 jours depuis l'éclosion; 9 rayons prennent naissance à la nageoire dorsale; présence d'une vessie natatoire rudimentaire se forment sur le 18e myomère. (E) Larve, 22,9 mm LT, 20,0 mm LS, 12 jours depuis l'éclosion; 17 rayons à la nageoire dorsale, 21 rayons à la nageoire anale; 43 myomères préanaux, 14 myomères postanaux; pigmentation éparse. (F) Larve, 21,0 mm LT, 17,8 mm LS, 18 jours depuis l'éclosion.

(3) Développement du juvénile. (A) Juvénile, 31,8 mm LT, 26,7 mm LS; 17 rayons à la nageoire dorsale, 21 rayons à la nageoire anale; 38 myomères préanaux, 15 myomères postanaux; vestige de la nageoire prénale encore apparent; les scutelles sont formées. (B) Juvénile, 39,5 mm LT, 33,5 mm LS; 33 scutelles; 38 myomères préanaux, 16 myomères postanaux; écailles formées en haut de la zone médiane de la ligne latérale; bande foncée sur le côté du corps. (C) Juvénile, 51,8 mm LT, 41,5 mm LS; 37 scutelles; développement des écailles pratiquement complété; bande latérale foncée persistante.



base des nageoires pectorales et se prolongent distinctement vers la partie postérieure jusqu'au 14e ou 15e myomère. L'alimentation de l'alose à ce stade comprend des éléments végétaux et animaux. Une diète à base de zooplancton, constituée principalement de cladocères et de rotifères, fournit un meilleur rendement de croissance qu'une alimentation basée seulement sur du phytoplancton (Mural et al. 1979a, b).

2.3.3.2. Juvéniles

2.3.3.2.1 Caractères distinctifs

Facilement confondue avec le jeune gaspareau (Alosa pseudoharengus Wilson), présent lui aussi dans les eaux de l'archipel montréalais, l'alose savoureuse juvénile s'en distingue surtout par la longueur de sa langue qui dépasse amplement la commissure formée par la rencontre du maxillaire et de la mandibule lorsque la bouche est entre-ouverte (figure 10). Au contraire, chez le gaspareau, la langue est à peine apparente et ne dépasse jamais le prémaxillaire. De plus, la joue, partie de la tête comprise entre l'oeil et le préopercule, est plus haute que large chez l'alose. Habituellement, de 4 à 6 points foncés sont répartis sur le côté du corps de l'alose mais ce nombre peut atteindre 27. Le gaspareau ne possède qu'un seul point au niveau de l'oeil, immédiatement derrière la tête (Roy 1968; Scott et Crossman 1974; Jones et al. 1978).

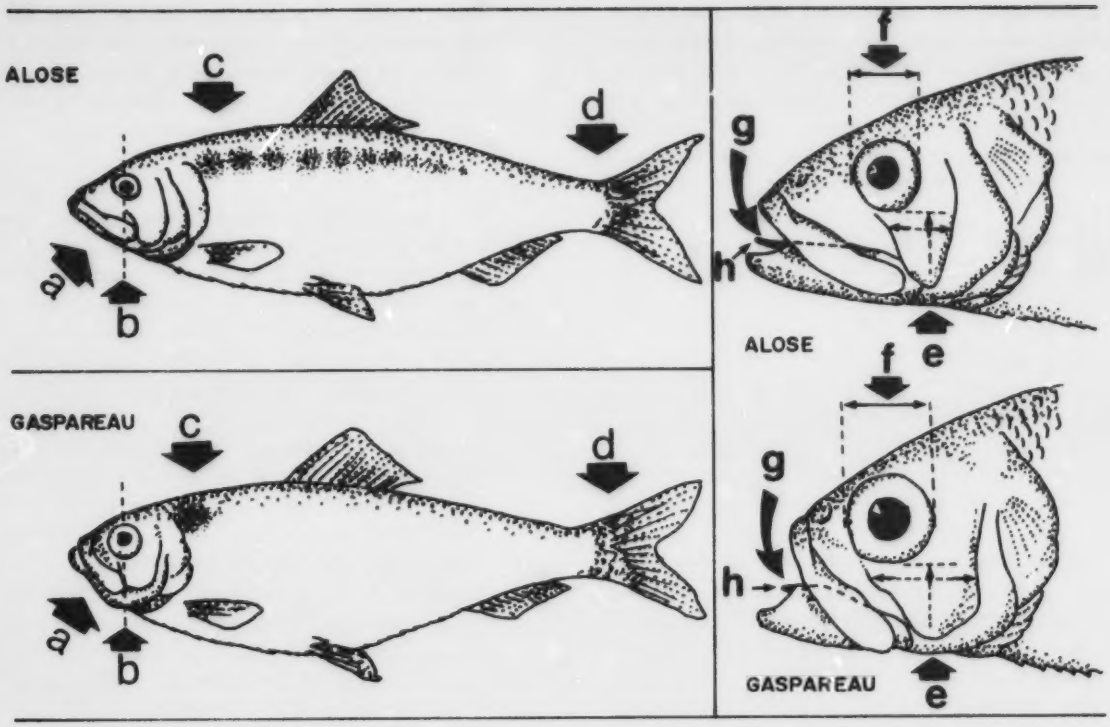
2.3.3.2.2 Dévalaison

Il est aussi très difficile de cerner les facteurs qui déclenchent la dévalaison. O'Leary et Kynard (1983), sur la rivière Connecticut, ainsi que Sykes et Lehman (1957) et Leggett et Whitney (1972), ont démontré qu'une baisse de température de l'eau avait un impact positif sur la dévalaison massive de l'espèce. D'ailleurs, Chittenden (1972) et Moss (1970) ont prouvé que de très faibles variations de la température de l'eau affectaient le comportement de l'alose. Des modifications aussi minimes qu'un degré celcius sont détectées par les jeunes poissons.

Au Québec, le phénomène de dévalaison a été étudié pour la première fois à la rivière des Prairies et à la rivière des Mille Iles par Auger et al. en 1983. Dès le premier jour d'échantillonnage, le 24 août 1983, des milliers d'aloses ont été observées dans le bief d'amont du barrage de Rivière-des-Prairies. Par la suite, la présence de l'espèce a diminué graduellement jusqu'au 30 septembre 1983, à la fin de l'étude. Parce que le travail de Auger et al. (1983) a débuté trop tard en saison, il est impossible de déterminer si le pic d'abondance obtenu correspond effectivement au maximum de la dévalaison. A ce moment-là, la température de l'eau atteignait 21.2°C. Le débit moyen journalier pour la dernière semaine d'août était de 496 m^3/sec (Hydro-Québec 1983).

La température élevée (21.2°C), observée lors de la dévalaison, est caractéristique de la région de Montréal. En effet, O'Leary et Kynard (1983) ont noté que l'alose initiait sa descente à une température de 17,5°C et atteignait un pic d'activité à 12°C. Le mouvement migratoire s'estompait autour de 7°C. Watson (1968) a observé un pic de dévalaison aux alentours de 18,3°C. Marcy (1976a) a situé le départ de la majorité des jeunes aloses entre 23 et 17.8°C. Cependant, des spécimens ont été capturés jusqu'à une température de 10,9°C. Sykes et Lehman (1957), quant à eux, ont établi que les aloses juvéniles ne quittaient la rivière qu'en dessous de 21°C.

Le débit de la rivière et la phase lunaire ont aussi une certaine influence sur l'importance du mouvement migratoire. Une augmentation subite du volume d'eau du cours d'eau amène une plus grande proportion d'aloses à migrer vers l'aval tandis qu'à la



GASPAREAU

A) Ligne régulière de la courbe ventrale interrompue par un angle rentrant vis-à-vis de la mandibule.

B) Mandibule ne dépassant pas la verticale imaginaire passant par le milieu de l'oeil.

C) A l'épaule, une seule tache foncée.

D) Présence exclusive de nombreuses petites écailles le long des rayons du milieu de la nageoire caudale.

E) La joue est plus large que haute.

F) Diamètre de l'oeil compris 3½ à 4 fois dans la longueur de la tête.

G) Mandibule proéminente dépassant la mâchoire supérieure quand la bouche est fermée.

H) Bout de la langue dépassant à peine ou ne dépassant pas l'avant de la commissure lorsque la bouche est ouverte.

ALOSE SAVOUREUSE

A) Courbe régulière ininterrompue du profil ventral.

B) Mandibule se prolongeant vers l'arrière jusque vis-à-vis la partie postérieure de l'oeil.

C) Depuis l'épaule vers l'arrière, 3 à 23 taches foncées, disposées en 1 à 4 rangées longitudinales.

D) 2 à 6 très longues écailles (écailles alaires) le long des rayons du milieu de la nageoire caudale.

E) La joue est plus haute que large.

F) Diamètre de l'oeil compris 5 à 7 fois dans la longueur de la tête.

G) Mandibule n'excédant pas la mâchoire supérieure quand la bouche est fermée.

H) Langue dépassant nettement la commissure vers l'avant quand la bouche est ouverte.

Figure 10: Caractères distinctifs du stade juvénile entre l'alose savoureuse (Alosa sapidissima) et le gaspareau (Alosa pseudoharengus) (d'après Legendre 1952; Roy 1968; Vianney Legendre et Jacques Bergeron, comm. pers.).

pleine lune, les poissons ont une tendance moins prononcée à se diriger vers la mer (O'Leary et Kynard 1983).

Marcy (1976a), grâce à ses observations à la rivière Connecticut, a prouvé que le réglage de la dévalaison était étroitement lié à la croissance des individus. En effet, les aloses plus grandes, parce que favorisées par une croissance plus rapide, dévalaient en premier lieu. Les populations d'alose des rivières méridionales ont un taux de croissance, en eau douce, plus lent que les populations du nord. L'alose doit atteindre une longueur minimale indispensable pour maintenir une vitesse de croisière suffisamment grande lors de la dévalaison. Ceci lui permettra ainsi de rejoindre les conditions thermiques préférentielles de l'espèce en milieu marin à l'automne. Selon ce principe, l'alose du Saint-Laurent, qui est à la limite nord de l'aire d'extension, ne bénéficie que d'un court laps de temps avant que les eaux ne se refroidissent aux environs des températures létales (4°-6°C) (Chittenden 1972). Un taux de croissance très élevé doit donc caractériser les populations du Québec.

Ainsi, Watson (1968) a calculé un accroissement de 2,0 mm/semaine pour des aloses de la baie de Chesapeake entre les mois de juin et novembre. Davis et al. (1970 in Marcy 1976a) ont rapporté des taux de croissance hebdomadaires, entre juin et septembre, de 1,9 et 2,9 mm pour deux tributaires de la baie de Chesapeake. Williams et Bruger (1972) ont établi des taux relativement bas de 1,7 mm/semaine entre 1969 et 1970 de même que 2,4 mm entre 1970 et 1971 sur la rivière St.Johns en Floride. Marcy (1976a), qui a étudié les premiers stades de développement de l'alose de la rivière Connecticut, est parvenu à un taux de 3,99 mm/semaine pour 7 années consécutives d'échantillonnage (1966-72). Quant aux aloses du Québec, le taux de croissance a été calculé en divisant l'accroissement observé pour les valeurs moyennes des longueurs totales des poissons (110 mm) par l'intervalle de temps considéré (92 jours) (figure 11). Un taux de croissance de 8,4 mm/semaine est ainsi estimé, soit plus du double de la plus grande valeur (3,99 mm) observée dans la littérature.

La pente de cette courbe de croissance de longueur doit être considérée comme une approximation. La sélectivité des différents engins de pêche, la latitude de la frayère d'origine, l'effectif peu élevé de l'échantillon, les variations des conditions environnementales et l'existence de plusieurs populations spécifiques sont des facteurs qui réduisent la valeur de cette courbe qui a été construite à partir de mesures prises sur les spécimens capturés en différents endroits au cours des quarante dernières années.

Le comportement alimentaire a été observé par Auger et al. (1983) à la rivière des Prairies, mais l'identification des contenus stomacaux n'a pas encore été réalisée. Toutefois, les jeunes aloses sont opportunistes pour composer leur régime alimentaire (Leim 1924; Maxfield 1953; Walburg 1956; Massman 1963; Levesque et Reed 1972; Marcy 1976a; Crecco et Blake 1983). L'alose se nourrit surtout en début de soirée et il est facile d'identifier la présence de l'espèce en un secteur donné par les gobages caractéristiques en surface, apparents par temps calme. Des larves d'insectes (chironomides, diptères, éphéméroptères, trichoptères), des oeufs d'invertébrés aquatiques, des alevins de poissons, des copépodes, des arachnidés et des insectes aquatiques constituent la diète des aloses juvéniles (Marcy 1976a).

3. MONTAISON ET DÉVALAISON DE L'ALOSE SAVOUREUSE DU SAINT-LAURENT

3.1 La montaison des géniteurs

3.1.1 Tronçon Gaspé-Sorel

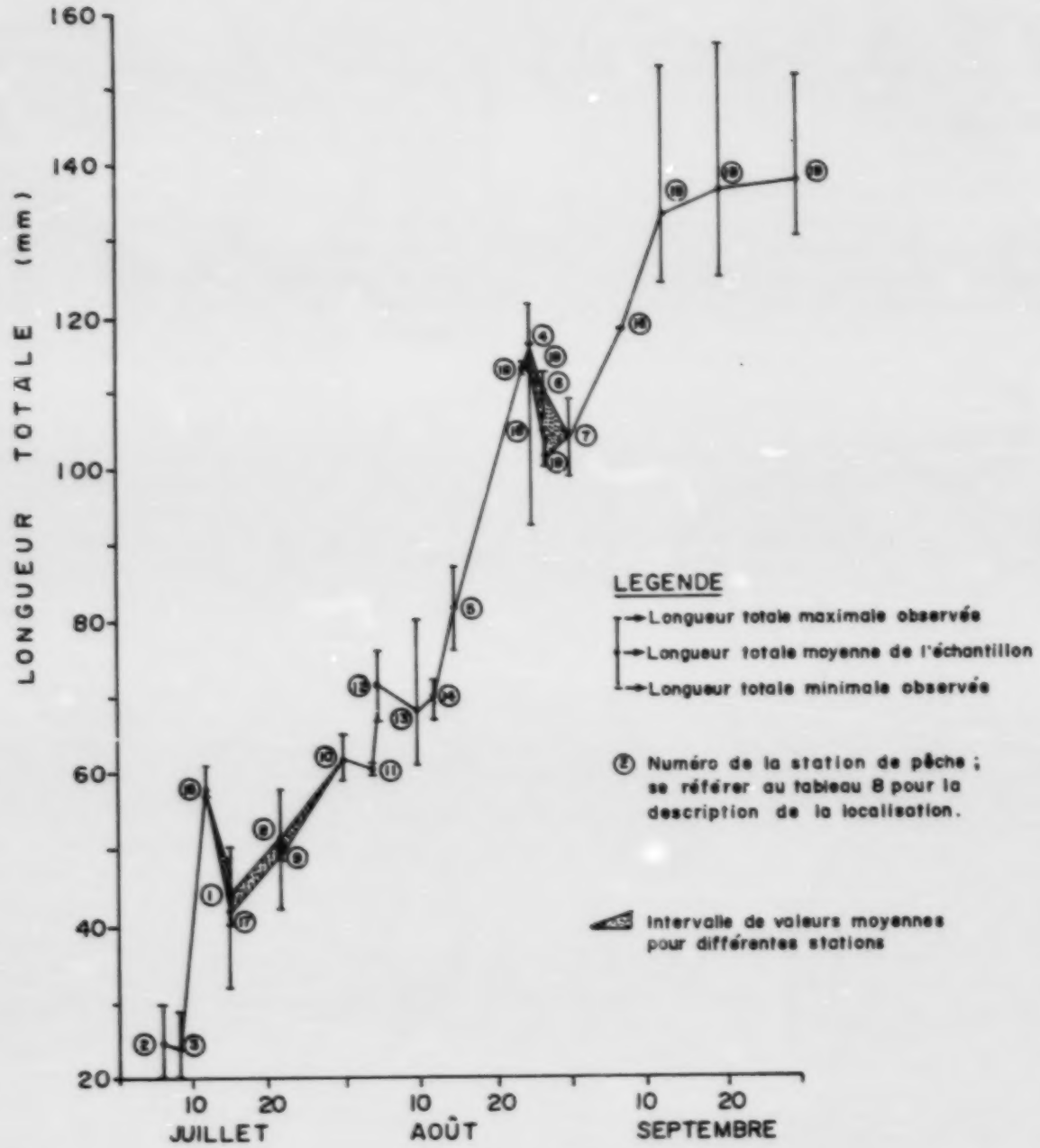


Figure 11: Chronologie de la croissance des aloses savoureuses juvéniles du Québec (d'après les spécimens contenus dans les collections du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, district de Montréal; Melihot et al. 1981; Auger et al. 1983).

3.1.1.1 Couloir parcouru

De tous les ouvrages consultés (Leim 1924; Vladykov 1950; Drainville et Brassard 1961; Bergeron 1977; Roy et al. 1977; Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent 1978; Andersen et Pagnon 1980; Dunbar et al. 1980) au sujet de la portion estuarienne du fleuve Saint-Laurent, il ressort que la rive nord n'est pratiquement pas utilisée par l'alose (figures 12 et 13; annexe 3 et 4).

Bien que l'industrie de la pêche commerciale ne soit pas aussi développée du côté nord, la présence d'aloses en montaison le long de la rive nord du fleuve y aurait sûrement déjà été remarquée. Seuls Leim (1924), Drainville et Brassard (1961), Roy et al. (1977), et le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1978) font mention de la présence de spécimens le long de la côte nord. La capture d'aloses dans la rivière Saguenay (aux environs du Petit-Saguenay, selon Drainville et Brassard 1961) est la seule mention de la présence de l'espèce dans un tributaire du fleuve, en aval de Québec (Leim 1924). Occasionnellement, des aloses ont été prises à la pointe de Manicouagan, à proximité de Godbout et à Baie-Trinité.

En amont du Saguenay, des individus ont été capturés à Pointe-au-Pic (Roy et al. 1977), à La Malbaie et du côté sud de l'Île aux Coudres (Comité d'étude du fleuve Saint-Laurent 1978). Bergeron (1977), grâce à une enquête auprès des pêcheurs commerciaux de Cornwall jusqu'à Trois-Pistoles en 1975 et à un relevé des statistiques de pêche sportive et commerciale des années 1973-75 ne relève aucune présence d'alose sur la rive nord du fleuve et ce, jusqu'à Baie-Sainte-Catherine, à l'embouchure du Saguenay.

Vladykov (1950) mentionne qu'une forte concentration d'aloses se retrouve du côté sud de l'Île Verte à chaque printemps. Ce phénomène est possiblement causé par les courants froids du Saguenay qui réduisent sensiblement la température des eaux du fleuve à cette hauteur. Les aloses retrouvent donc de meilleures conditions d'habitat entre l'Île Verte et la rive sud du fleuve. De plus, il semble que l'alose a instinctivement tendance à longer les rives du cours d'eau lors de sa montaison (Dalley 1979; Larinier 1982). Lors d'un inventaire ichtyologique, Dutil et Fortin (1983) ont échantillonné quelques spécimens d'alose sur la batture vaseuse du marécage intertidal de Kamouraska.

Vladykov (1950) rapporte la capture de quelques spécimens marqués sur les côtes de la Nouvelle-Ecosse entre les mois de mars et de juin. Leim (1924) souligne la présence d'aloses sur la pointe de Gaspé, au printemps. Les populations d'alose savoureuse longent donc la rive sud en remontant l'estuaire et ce, dès leur entrée dans le Saint-Laurent. L'alose qui entre dans le Golfe ne cherche pas à s'écarter de la côte puisqu'elle lui sert de repère. En effet, bien que son importance n'ait pas encore été établie (Dodson et Leggett 1974), la vue peut jouer un rôle actif pour localiser l'embouchure de la rivière natale lors de la montaison.

Cinq sites de frayères potentielles d'alose ont été identifiés à la pointe d'Argentenay et du côté sud de l'île d'Orléans, lors de l'étude d'impact sur l'environnement du port de refuge de Saint-Laurent (Consultants BPR et al. 1983). Au lac Saint-Pierre, la capture de géniteurs est peu fréquente. Cuerrier et al. (1946) mentionnent la capture de quelques adultes pris aux filets et notent que l'alose y fait une courte apparition durant les 15 premiers jours de juin. Une vérification auprès du personnel du Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune (M.L.C.P.) de Trois-Rivières, afin de savoir s'il y avait des captures "accidentelles" d'aloses enregistrées lors de la pêche commerciale à l'esturgeon (ou à d'autres espèces), n'a révélé aucune prise d'alose du début d'avril jusqu'en septembre 1983 (Chantal Roy, comm. pers.). En 1984, une dizaine de spécimens ont été capturés en juin,

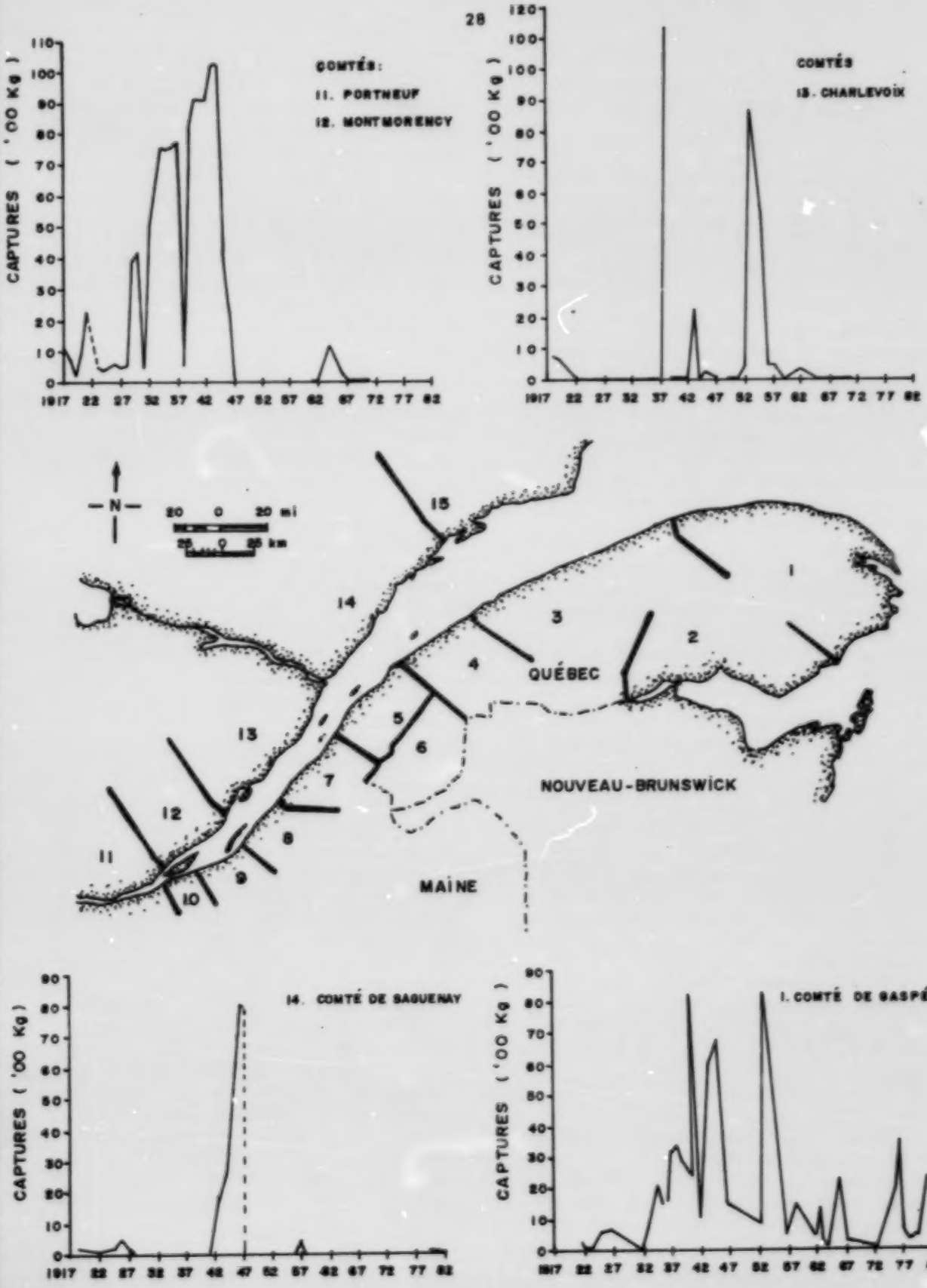


Figure 12: Captures d'alose savoureuse dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, (1917 à 1981) (d'après le Bureau de la Statistique du Québec).

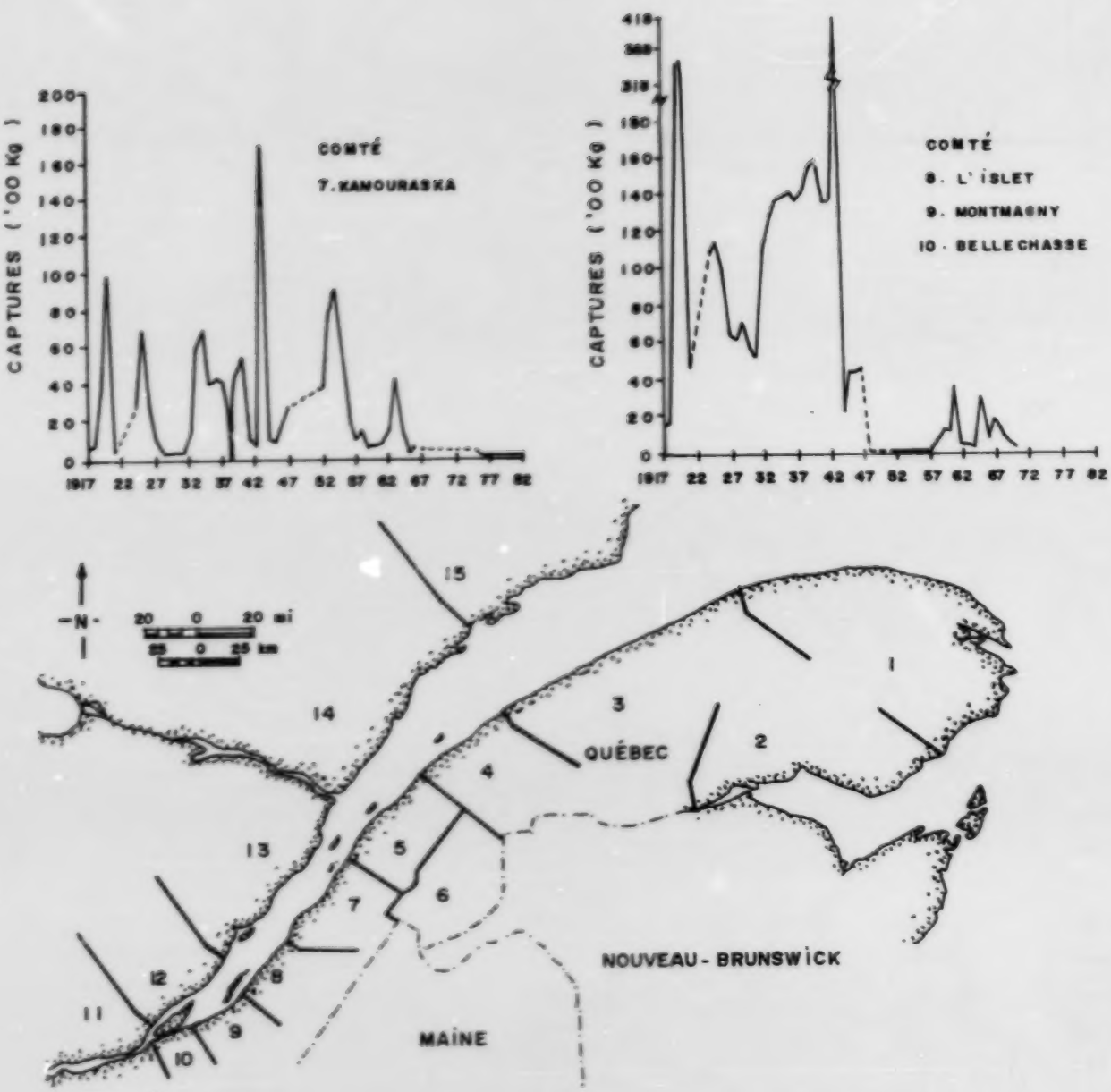
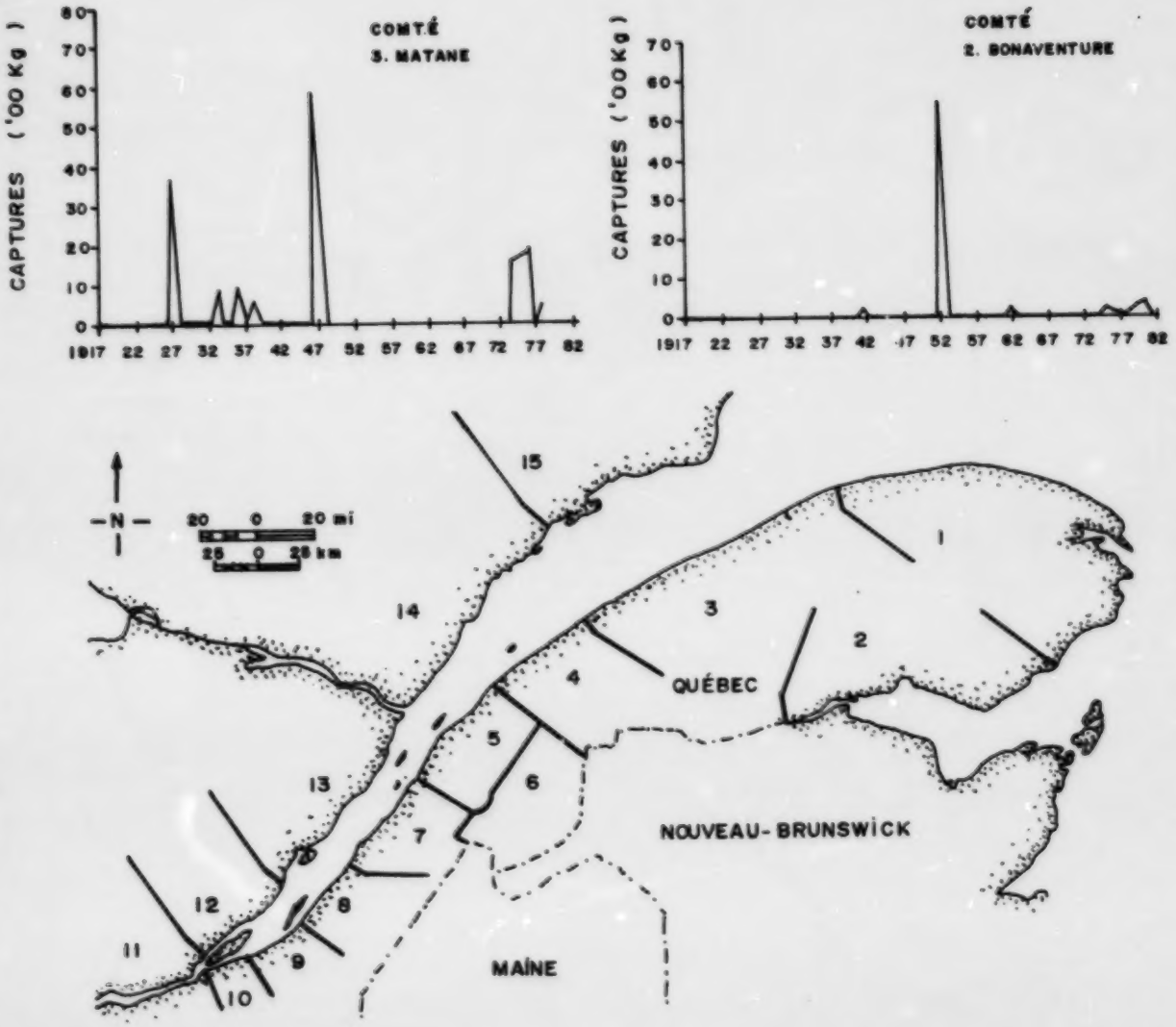


Figure 12: Captures d'alose savoureuse dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, (1917 à 1981) (d'après le Bureau de la Statistique du Québec), (suite).



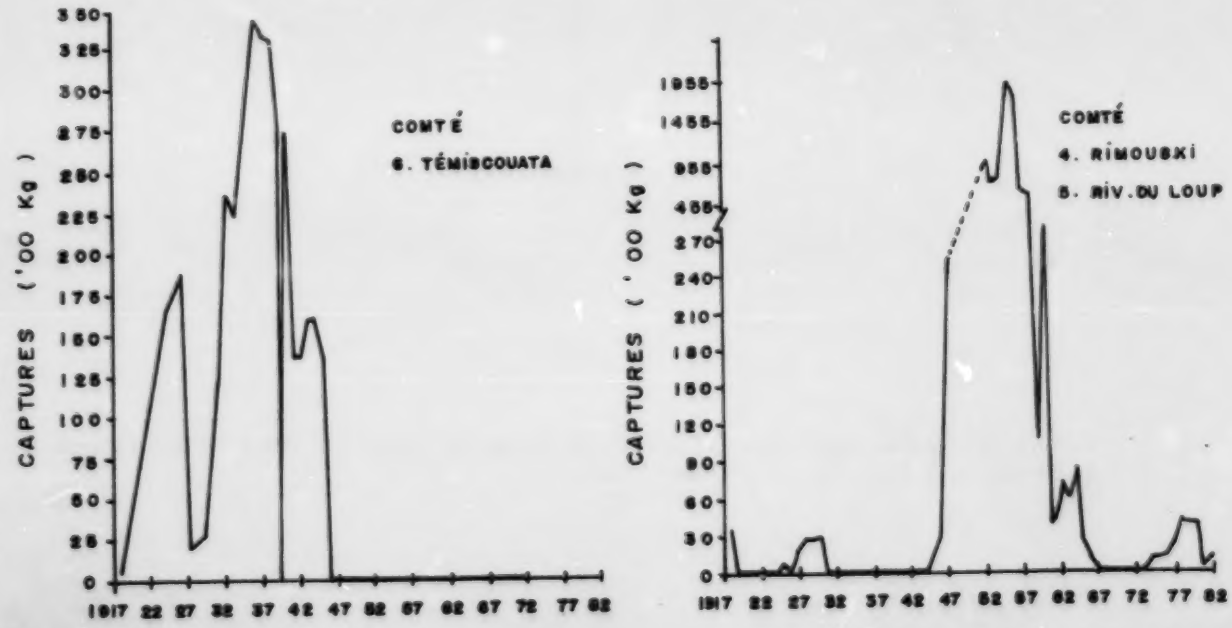


Figure 12: Captures d'alose savoureuse dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, (1917 à 1981) (d'après le Bureau de la Statistique du Québec). (suite).

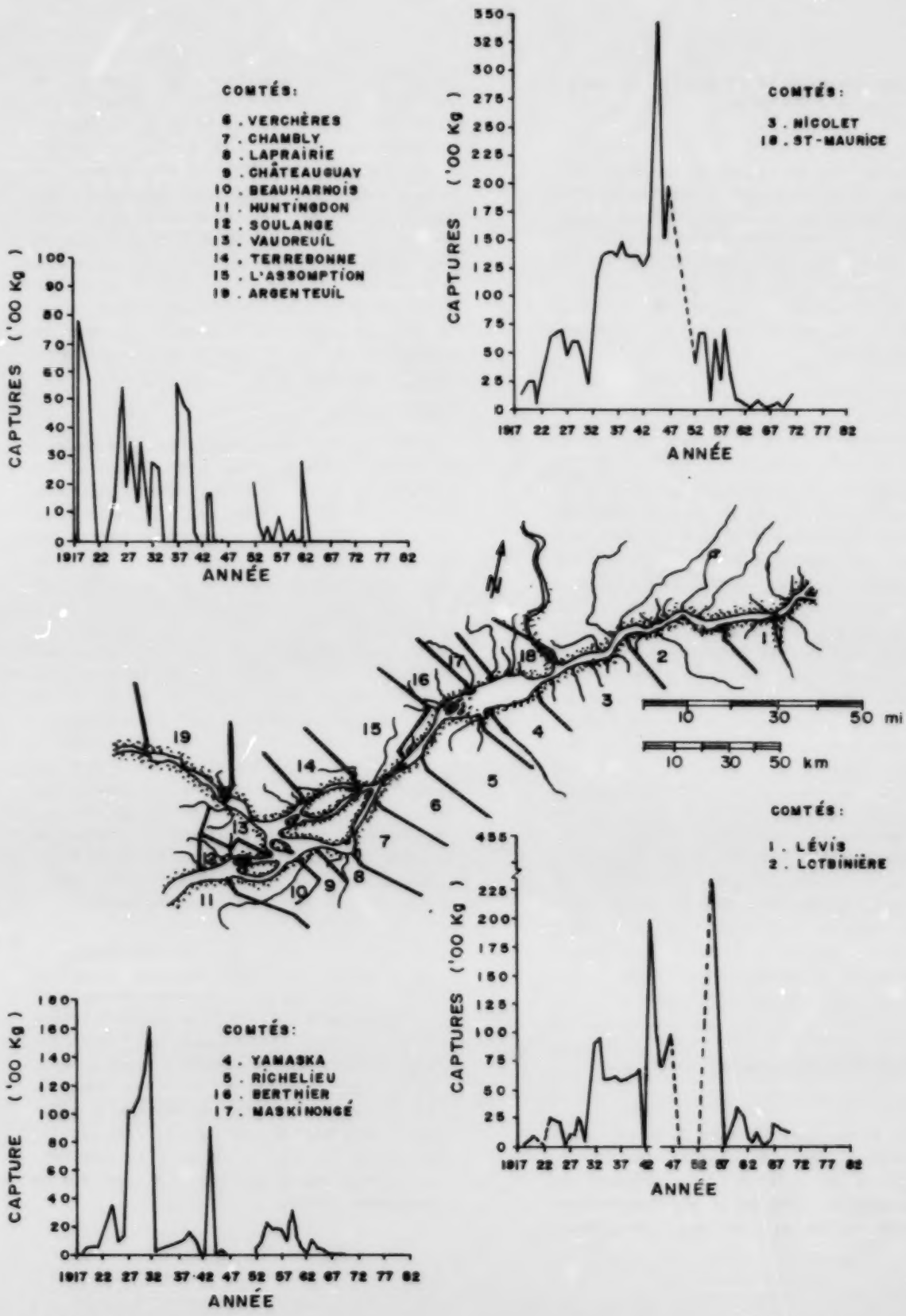


Figure 13: Captures d'alose savoureuse dans le couloir fluvial entre Montréal et Québec, (1917 à 1981) (d'après le Bureau de la Statistique du Québec).

lors d'une opération de marquage d'esturgeons aux environs de l'Île de Grâce.

Puisque l'alose recherche des températures préférentielles d'eaux de fond et qu'elle utilise certains indices visuels pour retrouver sa rivière natale, il est raisonnable de croire que ces propriétés physiologiques, inhérentes à l'espèce, sont responsables de la détermination du couloir de migration emprunté le long de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

3.1.1.2 Vitesse de déplacement

Vladykov (1950) évalue la vitesse de l'alose entre l'Île Verte et Trois-Rivières, à environ 40 à 80 km par jour. En 1983, les premières captures d'aloses ont été signalées aux environs du 12 mai à l'Île Verte (Jacques Leclerc - Bio-Conseil inc., comm. pers.). Des spécimens ont été pris en amont du pont Laviolette le 23 mai (Marcel Bernard - M.L.C.P. de Trois-Rivières, comm. pers.). A ce rythme, les aloses effectuent leur montaison à une vitesse de 30 km par jour, soit à une vitesse légèrement inférieure à celle évaluée par Vladykov. Comparé aux résultats de Leggett (1977b), qui estime à 21 km la distance moyenne parcourue par jour lors de la migration en mer, il semble que les aloses du Québec sont, en moyenne, de 1.5 à 4 fois plus rapides que celles de la rivière Connecticut. De plus, le rythme de croisière tend généralement à diminuer en eau douce (Leggett 197[illegible] Leclerc 1983), ce qui oblige à réévaluer [illegible] a hausse la vitesse de déplacement des poissons dans les secteurs salés du couloir fluvial.

3.1.1.3 Techniques de pêche

Même si quelques pêcheurs de la région de Trois-Rivières font de l'alose leur principale cible au printemps, la présence de l'espèce dans la liste des prises commerciales est plutôt accidentelle en amont de Québec. Bergeron (1977) souligne que l'alose se retrouve en quantité variable entre Saint-David et Gentilly, sur la rive sud du fleuve. Il semble que ce soit à ce dernier endroit et à Saint-Antoine de Tilly que le nombre de prises est le plus élevé. Ce phénomène tient sans doute plus à la distribution des "pêches"[1], destinées à la capture de l'anguille, qu'à une présence plus abondante de l'alose du côté sud, à ce niveau du fleuve (figure 14). Très peu de ces engins fixes sont localisés sur la rive nord, en amont de Québec et, de fait, l'alose n'est pas signalée le long de cette rive.

En amont du pont Laviolette, à la hauteur de Trois-Rivières, il se pratique une pêche commerciale à l'alose techniquement comparable à plusieurs points de vue, à ce qui se retrouve sur la côte est américaine et dans la baie de Fundy. L'appellation anglaise désignant l'engin de pêche employé est "drift-gillnet", traduit en français par filet maillant dérivant. M. Claude Monfette, un des pêcheurs commerciaux de la région qui capture l'alose avec efficacité, utilise cependant une seine avec un maillage de 13,3 cm (maille étirée) et d'une longueur totale de 64 m. Une première opération consiste à mouiller l'engin de pêche tout en retenant ses deux extrémités accrochées aux embarcations en dérive au milieu du fleuve. Les pêcheurs peuvent ainsi varier l'angle de la seine par rapport aux rives du cours d'eau grâce à la force de retenue plus ou moins grande exercée dans le sens contraire du

---

[1] Terme utilisé pour désigner les engins de pêche fixes retrouvés sur les rives du fleuve Saint-Laurent. Ce moyen de capture, constitué généralement d'une longue barrière perpendiculaire au courant, est efficace pour prendre non seulement l'anguille mais aussi une multitude d'autres espèces ichtyennes. Pour plus de détails au sujet de l'utilisation et de la description détaillée des pêches dites "à la fascine", le lecteur pourra se référer à l'ouvrage de Moussette (1979).

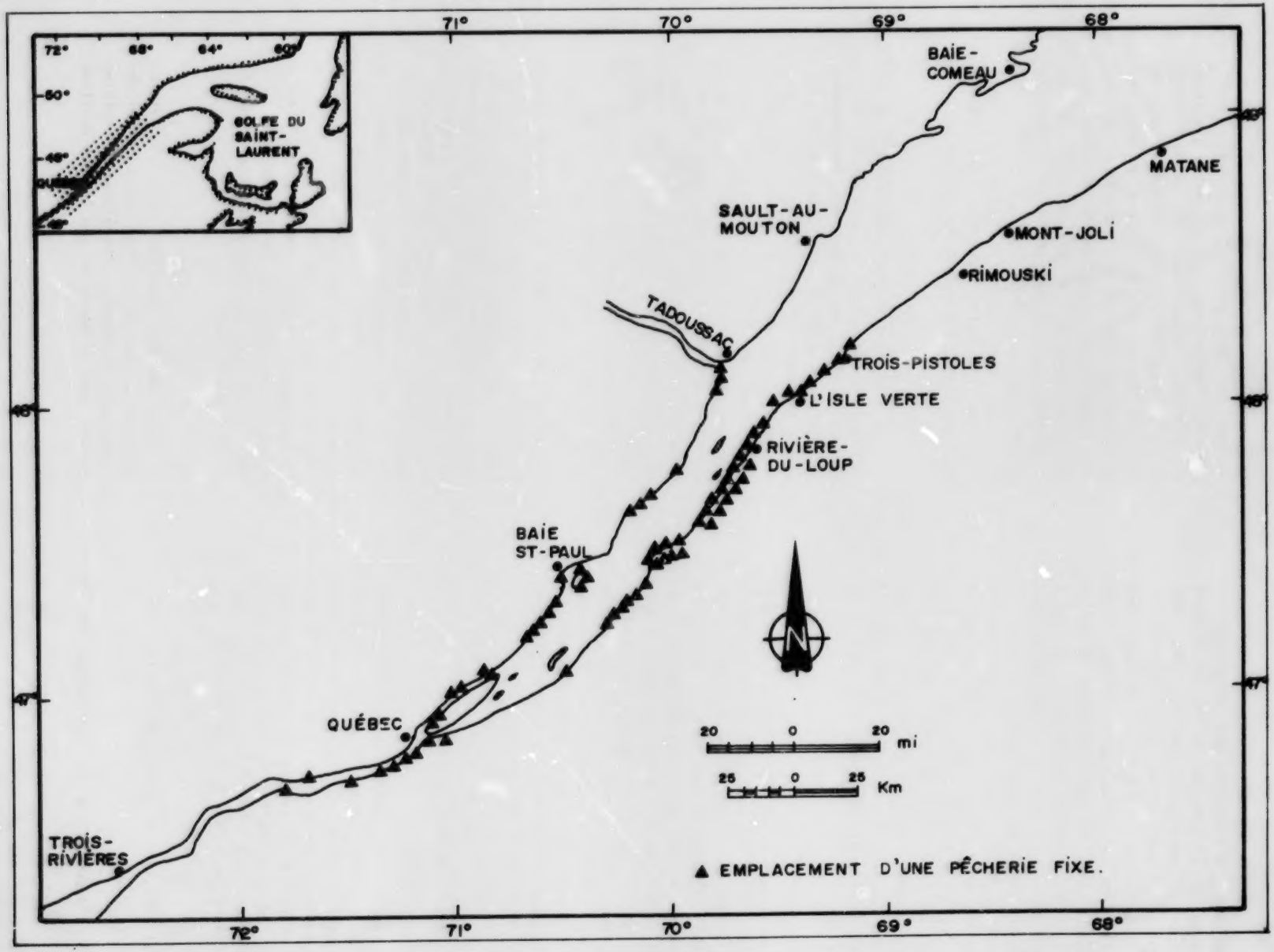


Figure 14: Distribution des pêcheries fixes localisées le long des rives du fleuve Saint-Laurent, tronçon Trois-Rivières - Baie-Comeau(d'après Roy 1977).

courant par les embarcations motorisées ou munies de rames. Ce mode de capture procure ainsi un meilleur rendement de pêche car l'engin employé offre alors moins de résistance à l'eau, créant par le fait même une barrière physique plus difficilement détectable par l'alose (Leggett et Jones 1971). Les vitesses de courant du fleuve rendent parfois difficile l'utilisation des différents modes de pêche conventionnels. La disposition de filets de façon perpendiculaire au courant est souvent impossible. L'emploi de la technique ci-haut mentionnée permet donc de pallier à cet inconvénient. De plus, la surface couverte pendant la période de pêche est beaucoup plus grande qu'une pêche fixe qui ne fait qu'intercepter le poisson à un endroit déterminé.

Les longueurs et les poids des spécimens capturés par la méthode de la seine dérivante, à l'été 1983 sont indiqués au tableau 3. Les quantités d'aloses prises dans la région de Trois-Rivières ont varié de près de 140 kg en 1972 à un maximum de 2 924 kg en 1980, (figure 13). Ces chiffres de récolte représentent probablement des sous- estimations. Les pêcheurs ont obtenu $0.50/kg en 1980. La demande locale ainsi que la valeur commerciale de l'espèce déterminent l'effort de pêche fourni (Foerster et Reagan 1977).

3.1.2 Région de Montréal

L'apport des travaux de recherche entrepris depuis 1980, permet de distinguer davantage les paramètres qui régissent la dynamique de la montaison de l'alose dans les différents cours d'eau de la région de Montréal. Les points et les dates de capture d'aloses savoureuses dans l'archipel montréalais sont présentés à la figure 15 et au tableau 4.

3.1.2.1 Utilisation du couloir fluvial

A l'approche de la confluence de la rivière des Prairies et du fleuve Saint-Laurent, l'alose doit choisir entre les deux cours d'eau. A ce point de la migration, Gravel et Dubé (1980) supposent que la population utilise surtout la rivière des Prairies en raison de son fort débit d'attraction. Il est probable aussi que les facteurs physico-chimiques associés au milieu des frayères localisées dans les eaux brunes de l'Outaouais soient plus concentrés dans la rivière des Prairies. Même si cette hypothèse est plausible, certains faits démontrent que l'alose emprunte aussi le fleuve Saint-Laurent.

En 1982, des visites régulières chez les pêcheurs commerciaux (Gilles Desjardins - Université du Québec à Montréal, département des Sciences biologiques, comm. pers.) ont permis de dénombrer des captures d'aloses dans les eaux brunes du lac Saint-Louis, en particulier près de l'Île Dorval. Ces captures sont peu abondantes mais il faut considérer que les engins utilisés par les pêcheurs commerciaux (mailles étirées de 20 à 25 cm) sont dirigés vers l'esturgeon. En 1981, Gilles Desjardins a lui-même capturé 13 aloses lors de travaux de marquage sur l'esturgeon. La prise de plusieurs spécimens à la hauteur du vieux barrage de ville Lasalle (Eco-Recherches 1983) et dans les rapides de Lachine (Eco-Recherches 1982a) confirme l'utilisation de ces secteurs par l'alose (tableau 4), mais la proportion de géniteurs qui emprunte cette section du couloir fluvial est encore indéterminée. La majorité de ces captures se retrouvent à l'intérieur de la limite des eaux brunes en provenance de la rivière des Outaouais. Cependant, la capture de six spécimens dans les eaux vertes des rapides de Lachine en mai et juin 1984 (Gilles Guay - Environnement Illimité, Comm. pers.) laisse présager l'existence de populations autres que celle(s) du lac des Deux-Montagnes et de la rivière des Outaouais.

Ces données apportent donc une vision nouvelle du patron habituel de migration défendu jusqu'à présent. Les études disponibles tendent donc à démontrer que l'alose continue

Tableau 3. Captures d'alose savoureuse au niveau de la ville de Trois-Rivières (Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune, Trois-Rivières).

DATE	LONGUEUR TOTALE (mm)	LONGUEUR FOURCHE (mm)	POIDS (g)	SEXE
10-06-83	674	602	2 750	—
	662	588	2 415	—
	609	541	2 300	—
	621	549	2 130	—
	630	562	2 215	—
	597	538	2 165	—
11-06-83	672	596	2 740	—
	718	633	3 535	—
	614	549	1 475	—
	732	644	3 500	—
	659	592	2 440	—
	624	559	1 830	—
	612	532	2 075	—
	565	503	1 425	—
	557	504	1 580	—
	630	362	2 300	—
	602	536	1 825	—
15-06-83	663	584	2 580	F
	675	605	2 600	F
	649	576	2 260	M
	600	532	1 765	F
	645	572	2 510	F
	634	568	2 050	F
	650	574	2 865	F
	658	576	2 620	F
	662	585	2 060	F
	597	533	1 810	M
	549	486	1 305	M

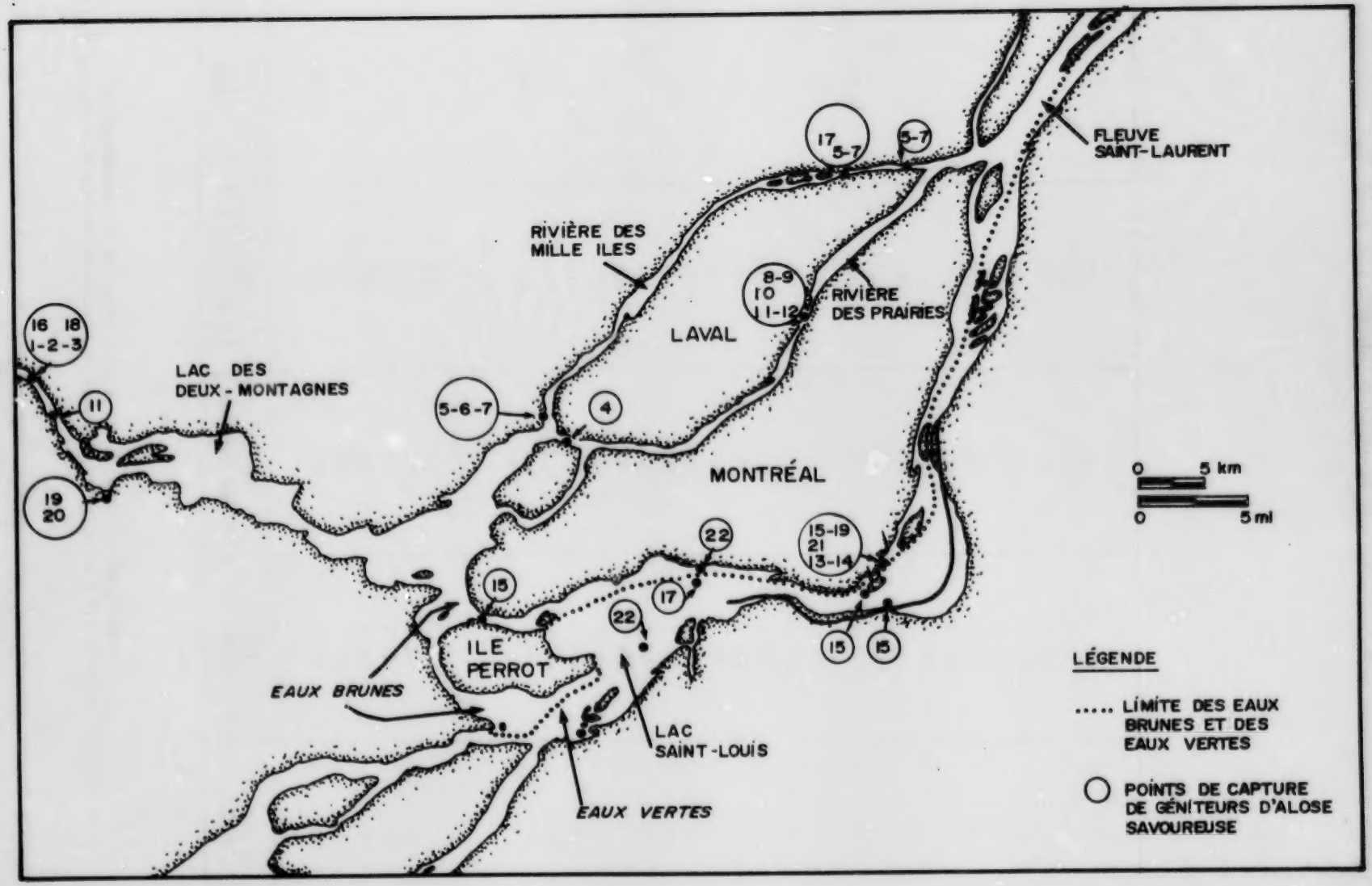


Figure 15: Capture de géniteurs d'alose savoureuse dans la région de l'archipel de Montréal (d'après Brundritt 1963; Gouin et Malo 1977; Gouvernement du Québec 1981b).

Tableau 4. Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal.

NO INDIQUÉ À LA FIG. 15	AUTEUR	ENDROIT DE CAPTURE	DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE
1	Beauvais et al. (1979)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, Riv. des Outaouais	12-06-79	1 6 3 1 Total: 11	M M F M	IV V V VI
2	Environnement Illimité (1983)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, Riv. des Outaouais	Entre le 26-05-83 et le 16-06-83	64	—	—
3	Hydro-Québec (1979)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, Riv. des Outaouais	—	—	—	—
4	Paul Laramée - Gilles Shooner Inc. (Comm. pers.)	Rapides Lalemant, Riv. des Prairies	15-06-84	1	F	IV
5	Leclerc (1983)	Face à l'église du village de Lachenaie, Riv. des Mille Iles	22-05-83	1	M	IV
			27-05-83	1	F	IV
				1	M	IV
			30-05-83	1	F	V
				1	—	—
		Secteur des rapides de Terrebonne, Riv. des Mille Iles	31-05-83	2	F	IV
				3	M	IV
			01-06-83	6	F	IV
				1	F	V
				5	M	IV
				1	M	V
				3	—	—
			03-06-83	3	F	IV
				4	M	IV
				2	—	—
			06-06-83	1	M	IV
				5	F	
				1	—	—
			11-06-83	2	F	V
				1	M	V

Tableau 4. Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal (suite).

NO INDIQUÉ À LA FIG. 15	AUTEUR	ENDROIT DE CAPTURE	DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE
		Secteur des rapides du Grand Moulin, Riv. des Mille Iles	08-06-83 13-06-83 14-06-83 	1 2 1 1 1 1 Total: 50	F F F M F F	V V IV V IV V
6	Massé et al. (1981)	Secteur des rapides du Grand Moulin, Riv. des Mille Iles	05-06-80 06-06-80 07-06-80 10-06-80 11-06-80	1 2 2 1 2 Total: 8	— —	— —
7	Jean Provost (Obs. pers.)	Face au village de Lachenaie, Riv. des Mille Iles	Entre le 15-05-84 et le 20-05-84	≈ 6	—	—
		Secteur des rapides de Terrebonne, Riv. des Mille Iles	Entre le 20-05-84 et le 10-06-84	≈ 40	—	—
		Secteur des rapides du Grand Moulin, riv. des Mille Iles	Entre le 28-05-84 et le 15-06-84	≈ 5	—	—
8	Eco-Recherches (1982b)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, Riv. des Prairies	02-06-82 03-06-82	17 13 Total: 30	— —	— —
9	Provost et al. (1982)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, Riv. des Prairies	25-05-82 26-05-82 28-05-82 	1 1 1 5 6 1	M F M F M M	V V IV IV IV V

Tableau 4. Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal (suite).

NO INDIQUÉ À LA FIG. 15	AUTEUR	ENDROIT DE CAPTURE	DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE
			31-05-82	28	F	IV
				29	M	IV
			04-06-82	34	F	IV
				30	M	IV
			09-06-82	12	F	IV
				5	F	V
				4	M	V
				1	M	IV
			11-06-82	7	F	IV
				3	M	IV
			14-06-82	6	F	IV
				5	F	V
				1	M	IV
				3	M	V
			16-06-82	1	F	IV
				Total: 184		
10	Provost et Fortin (1984)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, Riv. des Prairies	24-05-83	1	—	—
				2	M	V
			27-05-83	6	M	V
				4	M	IV
				5	M	—
			30-05-83	7	F	IV
				3	M	V
				1	M	IV
			02-06-83	3	M	V
				3	F	IV
			03-06-83	6	F	IV
				10	M	V
			06-06-83	5	F	IV
				6	M	V
			09-06-83	6	F	IV
				4	M	V
			13-06-83	2	M	V
			17-06-83	1	F	IV
			23-06-83	1	F	IV
				Total: 76		
11	Vladykov (1950)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, Riv. des Prairies	22-06-48	1	F	—

Tableau 4. Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal (suite).

NO INDIQUÉ À LA FIG. 15	AUTEUR	ENDROIT DE CAPTURE	DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE
		Pointe-à-Brazeau (entre Rigaud et Pointe-Fortune, Riv. des Outaouais)	18-06-48	1	M	—
12	Hydro-Québec (1982)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, Riv. des Prairies	Entre le 20-05-81 et le 22-06-81	115	—	—
13	Eco-Recherches (1982a)	Secteur des rapides de Lachine, fleuve Saint-Laurent	13-06-81 29-06-81 02-07-81 03-07-81	1 1 1 1 Total: 4	— F — —	— VI — —
14	Eco-Recherches (1983b)	Extrémité nord-est de la jetée de ville Lasalle, fleuve Saint-Laurent	06-83	1	—	—
15	Gilles Guay - Environnement Illimité (Comm. pers.)	Extrémité nord-est de la jetée de ville Lasalle, fleuve Saint-Laurent	24-05-84 04-06-84 08-06-84 12-06-84	2 1 3 1 1 1	— — — M F —	— — — IV IV —
		Aval de la presqu'île à Boquet, rapides de Lachine	24-05-84 04-06-84 08-06-84	1 1 1 3	F — M —	IV — IV —
		Îles des Sept-Sœurs, rapides de Lachine	08-06-84	1 Total: 16	F	IV
16	Jean Provost (Obs. pers.)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, Riv. des Outaouais	12-06-84 13-06-84 14-06-84	2 2 1 2 Total: 7	F F M F	VI VI V V

Tableau 4. Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal (suite).

NO INDIQUÉ À LA FIG. 15	AUTEUR	ENDROIT DE CAPTURE	DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE
17	Gravel et Dubé (1980)	Près de l'Île Dorval (eaux vertes), lac Saint-Louis	20-06-73	1	—	VI
		Secteur des rapides de Terrebonne, Riv. des Mille Iles	06-80	Indéterminé	—	—
18	Provost et Fortin (1982)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, Riv. des Outaouais	Début 06-80	Indéterminé	—	—
19	Mongeau et al. (1974)	Bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies, Riv. des Prairies	11-06-64 24-05-68	1 2	— M	— V
		Embouchure de la rivière Rigaud	09-06-70	1	—	—
20	Mongeau et Massé (1976)	IDEM	IDEM	IDEM	IDEM	IDEM
21	Mongeau et al. (1980)	Extrémité nord-est de la jetée de ville Lasalle, fleuve Saint-Laurent	—	Indéterminé	—	—
22	Gilles Desjardins - U.Q.A.M. (Comm. pers.)	Secteur de l'Île Dorval (eaux brunes), lac Saint-Louis	21-05-81 22-05-81 26-05-81 28-05-81	1 1 1 1 4 2 1 1 Total: 12	M F M — — F — M	— — V — V IV — II

Tableau 4. Bilan des captures de géniteurs d'alose savoureuse dans l'archipel de Montréal (suite).

NO INDIQUÉ À LA FIG. 15	AUTEUR	ENDROIT DE CAPTURE	DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE
		Secteur centre-sud du lac Saint-Louis (eaux vertes)	27-05-81	1	—	—

sa montaison dans un couloir délimité par la présence d'indices caractéristiques du lac des Deux-Montagnes et/ou de la rivière des Outaouais. Par contre, une proportion indéterminée du contingent de migration semble déroger de cette route tracée par la présence de facteurs physico-chimiques originant des eaux brunes.

3.1.2.2 Schéma de distribution dans l'archipel

Voici un schéma théorique de la distribution de l'alose à travers l'archipel de Montréal de 1980 à 1983. Une première constatation, tirée de la figure 16, est la différence des débits entre les rivières des Prairies et des Mille Iles. En moyenne, les débits sont environ quatre fois plus grands à la rivière des Prairies et ce, aux alentours du 22 mai, date approximative de l'arrivée des premières aloses au pied du barrage hydroélectrique de la rivière des Prairies et à la hauteur de l'ouvrage de contrôle de crue de l'Île Saint-Jean à Terrebonne (Provost et al. 1982; Provost et Fortin 1984; Leclerc 1983).

En 1980 et en 1983, un rapport comparable des débits a été enregistré entre la rivière des Prairies et la rivière des Milles Iles, dans les derniers jours de mai. Gravel et Dubé (1980) et Leclerc (1983) ont alors observé une importante montaison à la hauteur de Terrebonne sur la rivière des Mille Iles. Quelques captures prises au rapide du Grand Moulin ont aussi été rapportées (Massé et al. 1981; Leclerc 1983). Par contre, en 1982, aucune capture d'alose n'a été observée sur la rivière des Mille Iles alors que le débit était très bas en raison des faibles crues printanières (Provost et Fortin 1982). A cette période, le rapport des volumes d'eau entre la rivière des Prairies et des Mille Iles se chiffrait à environ 8:1. Or, sur la rivière des Prairies, les rendements de pêche étaient élevés au début de juin (Provost et al. 1982). Sur ce dernier cours d'eau, Provost et Fortin (1984) ont échantillonné pendant deux années consécutives (1982 et 1983) en aval du barrage de l'Hydro-Québec. Ils ont observé une baisse notable des prises en 1983 et ce, pour un même effort de capture. Ce phénomène a aussi été constaté par les pêcheurs sportifs de ce secteur. Par conséquent, une montaison massive d'aloses sur la rivière des Mille Iles, en raison des débits élevés, affecte la présence de l'espèce en aval du barrage de Rivière-des-Prairies.

Une grande partie de la population, lors des années de faibles crues comme en 1982, se bute au barrage de Rivière-des-Prairies (Gravel et Dubé 1980; Provost et al. 1982). Même si une étude télémétrique a démontré qu'un certain pourcentage des spécimens marqués de radio- émetteurs pouvait redescendre plusieurs kilomètres en aval du barrage (Eco-Recherches 1982b), il est peu probable que l'alose réussisse à retrouver l'entrée de la rivière des Mille Iles à sa confluence avec la rivière des Prairies et ainsi, remonter jusqu'à sa frayère natale. A chaque année, des aloses moribondes sont ramassées à la dérive, près de la surface de l'eau. Il est possible que certains de ces poissons aient essayé de franchir l'obstacle en remontant par les canaux de fuite mais que les courants de convection les aient entraînés jusqu'au diffuseur des turbines (Eco-Recherches 1982b).

3.2 La dévalaison

3.2.1 Les géniteurs

Puisque l'alose ne se nourrit pas pendant son séjour en eau douce, il s'ensuit une perte de poids somatique remarquable évaluée entre 44 et 69% (Nichols 1959; Leggett 1972; Chittenden 1976b; Davis 1980). Selon l'hypothèse d'allocation des ressources énergétiques, les aloses du Saint-Laurent devraient avoir un pourcentage de survie post-frai élevé (Leggett et Carscadden 1978; Glebe et Leggett 1981a).

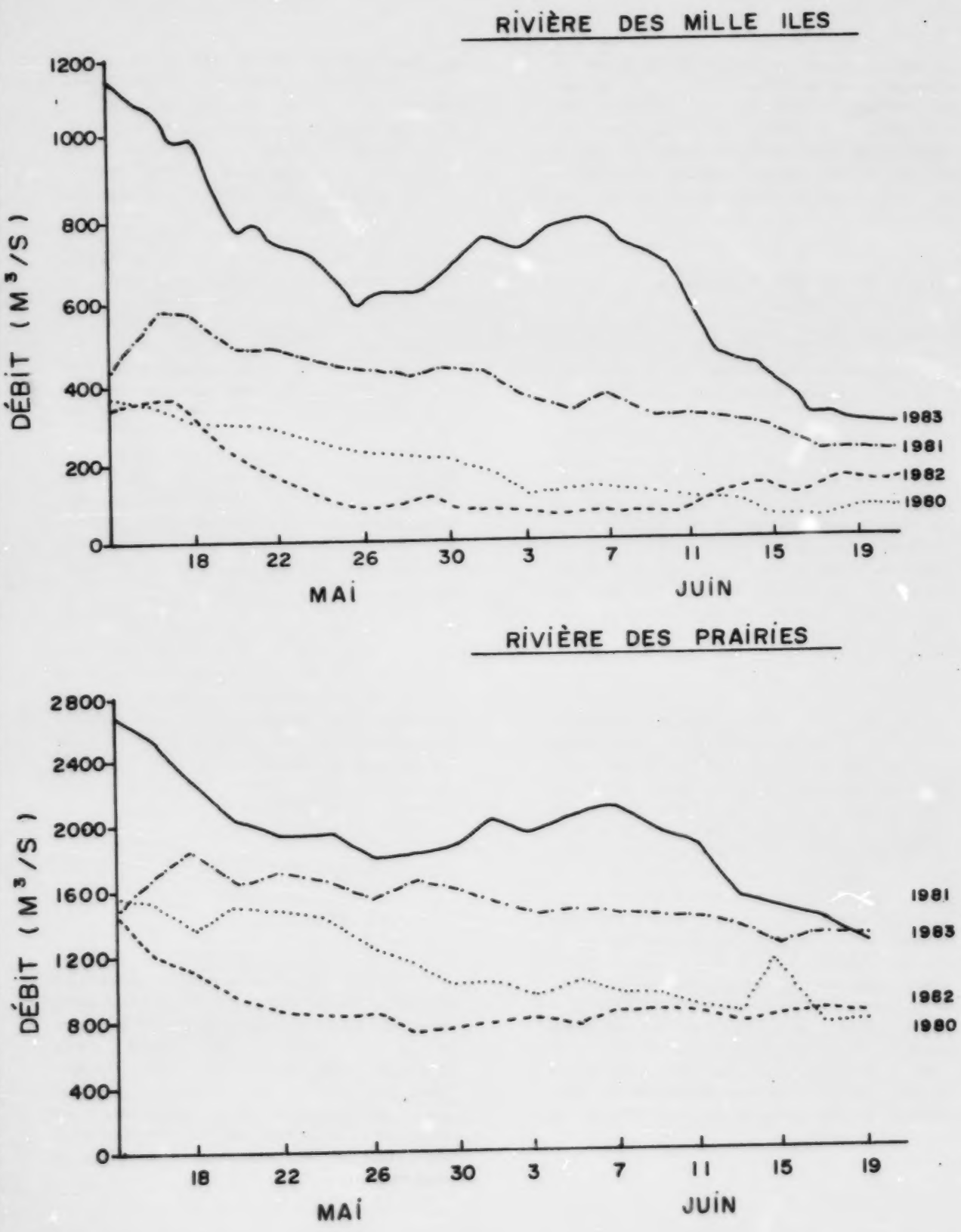


Figure 16: Débits enregistrés dans les rivières des Mille Îles et des Prairies, (1980-81-82-83).

Puisqu'elles affichent un comportement passif en période de dévalaison, les aloses en provenance de la rivière des Outaouais et du lac des Deux-Montagnes devraient emprunter l'un ou l'autre des exutoires du lac des Deux-Montagnes proportionnellement aux débits observés en ces points. Selon Hydro-Québec (1983), un module moyen annuel comparable à celui des déversoirs des chenaux Sainte-Anne et Vaudreuil (941 m^3/sec) est mesuré à la rivière des Prairies (1 117 m^3/ sec). L'alose devrait donc se répartir de façon équivalente entre ces deux issues. Quant à la rivière des Mille Iles, le module annuel n'atteint que 203 m^3/sec, soit environ le cinquième des débits des deux autres sorties.

A la rivière des Prairies, des observations partielles sur les conditions post-fraie de quelques spécimens ont été réalisées. Provost et al. (1982) ont dénoté les premiers individus en dévalaison à compter du 9 juin. Au cours de la même période, une personne à bord d'une embarcation motorisée ramassait manuellement les aloses en dérive à un rythme supérieur à plusieurs dizaines par jour (Jean Provost, observation personnelle).

La mortalité est évidente surtout en aval de la centrale hydroélectrique d'Hydro-Québec, parce qu'une bonne partie des poissons qui traversent les turbines subissent des mutilations. D'ailleurs, une étude effectuée sur la rivière Connecticut (Bell et Kynard 1983) démontre une mortalité de plus de 18% des adultes contraints au turbinage. Lors de la tenue des audiences publiques, une association de citoyens a demandé aux responsables d'Hydro-Québec de faire en sorte que des mesures de correction soient prises afin de réduire le nombre d'aloses qui s'échouent et qui se décomposent le long de la rive (Association pour l'aménagement de la rivière des Prairies 1982). La présence de la centrale hydroélectrique contribue donc, de façon significative, à réduire l'effectif de la population reproductrice.

Les seules informations disponibles sur la dévalaison plus en aval proviennent de Vladykov (1950) qui mentionne que les aloses réapparaissent du côté sud de l'Île Verte, une fois leurs activités de fraie terminées, soit vers les trois premières semaines de juillet. L'alose se capture aussi à Kamouraska et à Saint-André-de-Kamouraska jusqu'au mois d'août.

3.2.2 Les juvéniles

Des captures occasionnelles de jeunes aloses ont été effectuées en divers points de l'archipel de Montréal (figure 17) et du lac Saint-Pierre (figure 18). Hors de cette zone, seulement deux autres endroits de capture ont été signalés: l'embouchure de la rivière Sainte-Anne (tributaire de la rive nord du fleuve Saint- Laurent localisé à environ 50 km en aval de la ville de Trois-Rivières), et l'Île Verte (rive sud du Saint-Laurent) située à 200 km en aval de Québec. Les résultats des inventaires ichtyologiques réalisés sur différents plans d'eau de la région métropolitaine, n'ont pas réussi, jusqu'ici, à identifier les principales voies de dévalaison. De plus, ces informations très fragmentaires ne permettent pas d'établir de relations entre le déroulement de la dévalaison et différentes variables telles les débits observés et la température de l'eau.

4. DESCRIPTION DES HABITATS DE REPRODUCTION DE L'ALOSE SAVOUREUSE DU FLEUVE SAINT-LAURENT

L'alose savoureuse semble être particulièrement vulnérable aux barrières physiques qui entravent sa montaison et l'exemple de la rivière Connecticut est révélateur (Moffitt et al. 1982). L'industrialisation le long de ce cours d'eau et de ses affluents a entraîné, dès le 19e siècle, une forte baisse des stocks d'aloses et de saumons qui alimentaient les pêches commerciales de l'époque. Aujourd'hui,

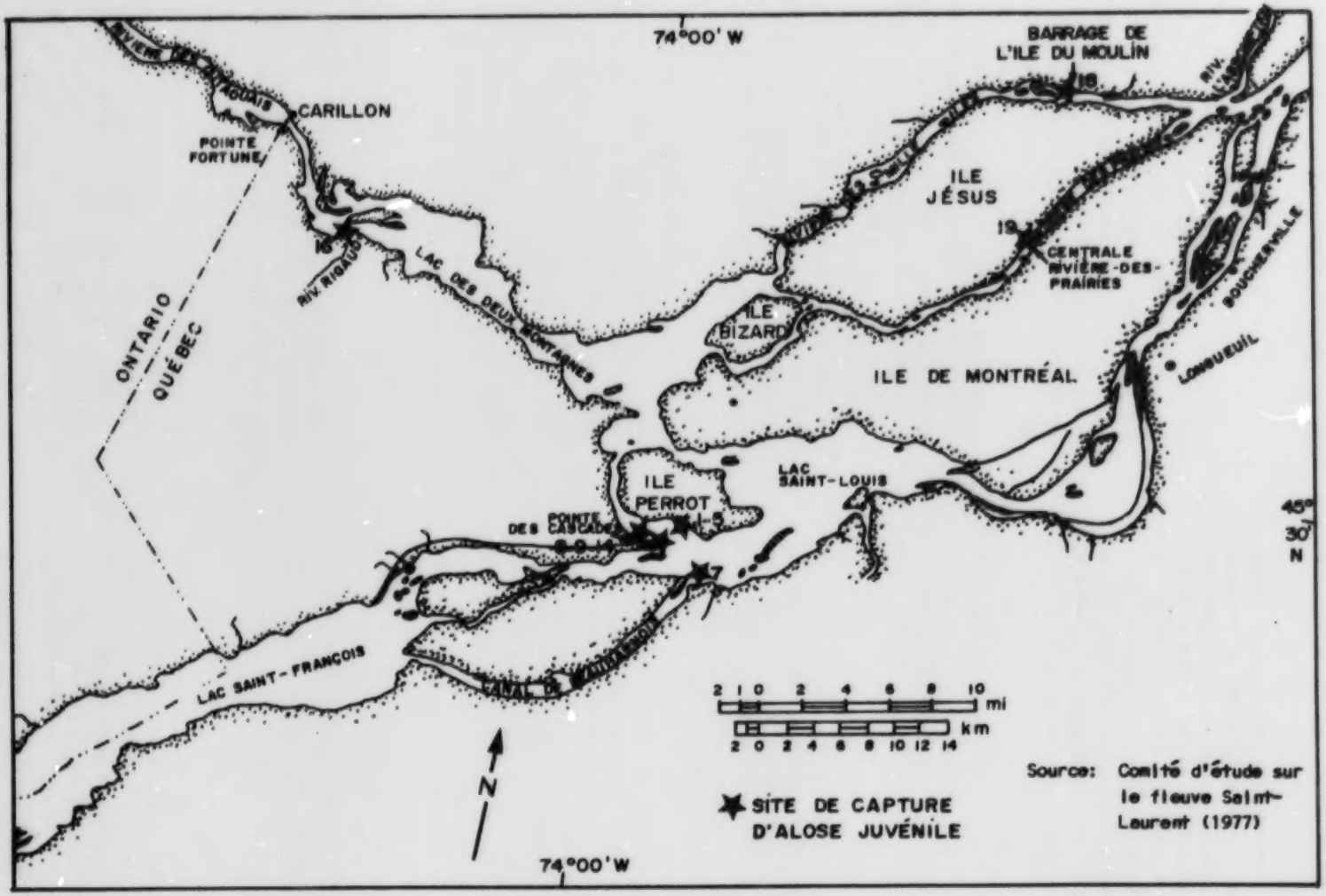
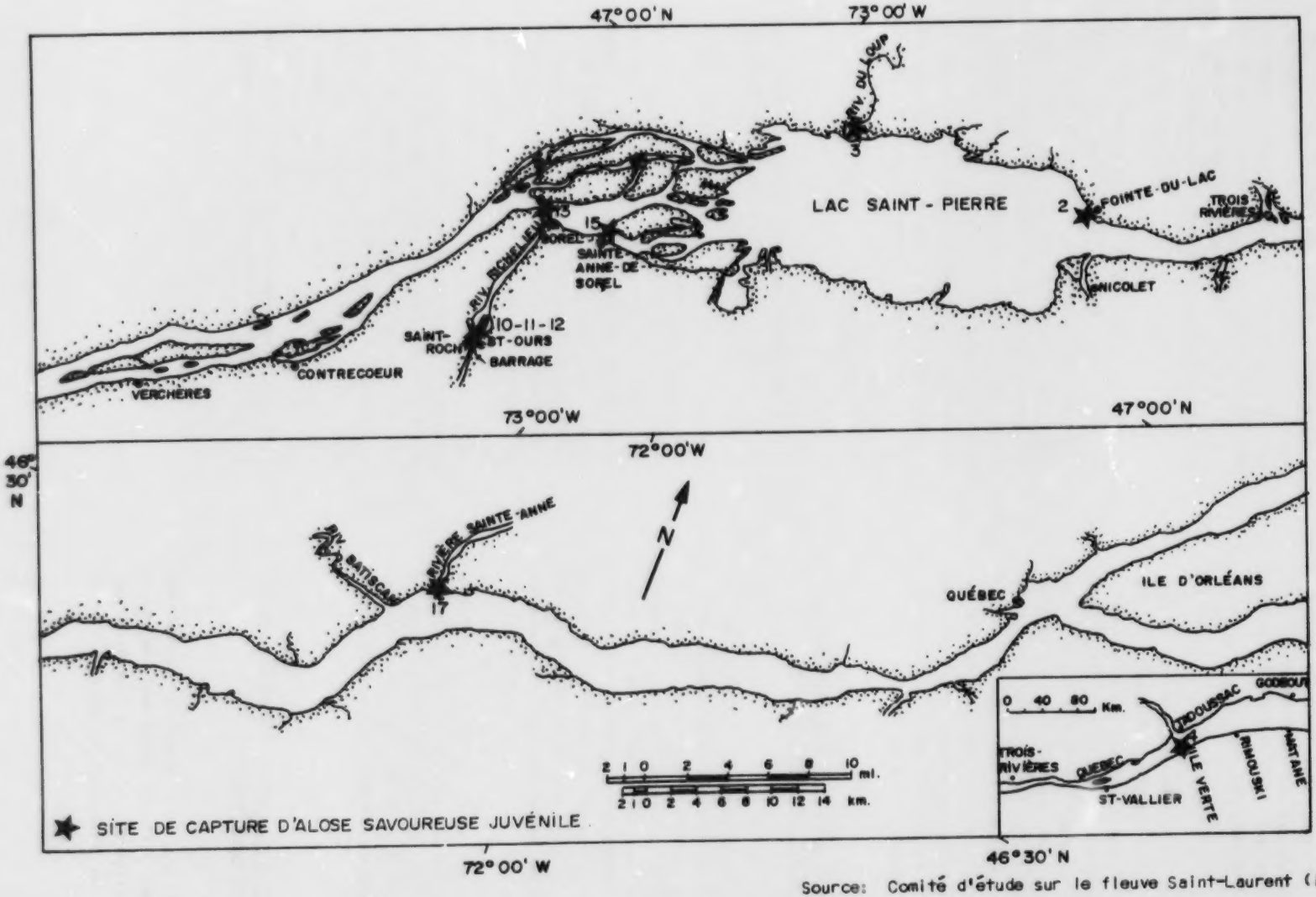


Figure 17: Distribution des captures d'alose savoureuse juvénile dans les eaux de l'archipel de Montréal (d'après les collections du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche; Gravel et Dubé 1980; Auger et al.)
(N.B.: Les numéros correspondent aux stations décrites au tableau 8)



Source: Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1977).

Figure 18: Distribution des captures d'alose savoureuse juvénile entre Montréal et l'île Verte (d'après les collections du Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche; Mailhot et al. 1981).
(N.B.: Les numéros correspondent aux stations décrites au tableau 8)

plus de 700 barrages sont répartis dans le bassin hydrographique de la Connecticut; 73 d'entre eux produisent de l'énergie électrique (Larinier et Travade 1981).

Le fleuve Saint-Laurent n'a pas encore connu un tel harnachement. Cependant, il est indispensable d'identifier les voies de migration, les frayères et les aires d'alevinage pour mettre en valeur certaines portions du couloir fluvial et pour éviter de répéter l'histoire de la rivière Connecticut. Les couloirs de migration utilisés par les juvéniles et les adultes ont été inventoriés au chapitre précédent. Ce présent chapitre s'efforcera plutôt de caractériser et d'identifier les habitats associés à la période de fraye.

4.1 Critères de sélection pour la détermination de sites potentiels de fraye

Il est passablement difficile de se restreindre à un éventail relativement étroit de paramètres bio-physiques pour déterminer l'emplacement des frayères d'alose savoureuse, d'autant plus que les frayères déjà identifiées dans l'archipel montréalais ne confirment pas nécessairement les résultats tirés de la bibliographie. Dans la littérature, les frayères d'alose savoureuse sont généralement caractérisées par de faibles profondeurs qui varient de 0.5 à 3 m mais qui peuvent parfois s'étendre jusqu'à 10 m. Le substrat peut être constitué de sable, de gravier ou de galets (annexe 1). Les vitesses de courant sont de l'ordre de 0.2 à plus de 1 m/s (tableau 5). Les conditions de végétation ne sont jamais mentionnées.

4.2 Caractéristiques des frayères réelles de la région montréalaise

A Carillon, la frayère identifiée (Environnement illimité 1983) est de nature différente (figure 19). Le substrat est limoneux. Les vitesses de courant sont de l'ordre de 0.2 m/s en surface et 0.11 m/s au fond. Ces vitesses sont sujettes à augmenter lors de la mise en fonction de l'évacuateur de crue de la centrale. La profondeur varie de 3.5 à 5.5 m. Plusieurs oeufs mais aucun alevin ont été capturés sur l'emplacement.

A quelques mètres au sud-ouest de ce haut-fond s'en trouve un deuxième, qui a été latéralement agrandi en 1979 et 1980 par le dépôt de matériaux de dragage tirés des travaux d'excavation du canal de fuite du bief d'aval du barrage. Le substrat est composé essentiellement de blocs et de galets dont le diamètre des plus petits fragments atteignent 20 centimètres. Le résultat des pêches aux filets maillants et aux filets de dérive démontrent que l'alose n'utilise pas cet habitat (Environnement Illimité 1983).

À la hauteur de Terrebonne, sur la rivière des Mille Iles, Leclerc (1983) a capturé, le 15 et le 17 juin 1983, quelques 29 oeufs d'alose. Le milieu utilisé correspond mieux aux caractéristiques tirées du tableau 5. Le secteur correspond à une petite baie parsemée de végétation herbacée, inondée lors de la crue et parcourue de petits canaux (figure 20). Les vitesses de courant mesurées y variaient, le 14 mai 1982, de 0,26 à 0,69 m/sec. Le substrat des canaux est composé de sable et de gravier moyen. La profondeur n'y excède pas un mètre. Toutefois, ces oeufs capturés en 1983 pouvaient aussi provenir d'une zone située légèrement plus en amont et localisée au sud de la petite île à environ 800 m en aval du barrage de l'île Saint-Jean. Le substrat varie de la roche mère qui forme des escaliers, jusqu'aux graviers et ce, en fonction de la vitesse du courant rencontrée. Des vélocités de 0,25 à 0,57 m/sec ont été observées entre le 28 mai et le 10 juin 1982 (Provost et Fortin 1982).

Tableau 5. Caractéristiques physiques des frayères d'alose savoureuse (modifié d'Hydro-Québec, 1983).

PROFONDEUR (mètres)	SUBSTRAT	VITESSE DE COURANT (mètres/seconde)	RÉFÉRENCE
0,60 - 3,3, parfois jusqu'à 5,5	Galets et argile, parfois sable et limon	Modérée à rapide	Leim (1924)
Faible profondeur	---	---	Bigelow and Welsh (1925)
Faible profondeur	---	0-1	Massmann (1952)
Faible profondeur	Sable ou galets	---	Bigelow and Schroeder (1953)
2,1	---	0,2	Medcof (1957)
1-10, généralement moins de 3	Sable, gravier ou combinaison des deux	De moins de 0,3 à plus de 1,0	Walburg and Nichols (1967)
0,5 - 1,0	---	0,15 - 0,60	Marcy (1972)
Faible profondeur	Hauts-fonds constitués de sable ou de galets, souvent à l'embouchure des ruisseaux	---	Pacheco (1973)
Faible profondeur, parfois 0,15	---	---	Chittenden (1976a)
9,0 - 12,2	Hauts-fonds constitués de sable ou de galets	De moins de 0,3 à plus de 0,9	Jones et al. (1978)
3,0 - 4,0	Limon - argile	0,2 - 0,3	Environnement Illimité (1983)
1,0 et moins	Roche-mère à sable	0,26 - 0,69	Leclerc (1983)

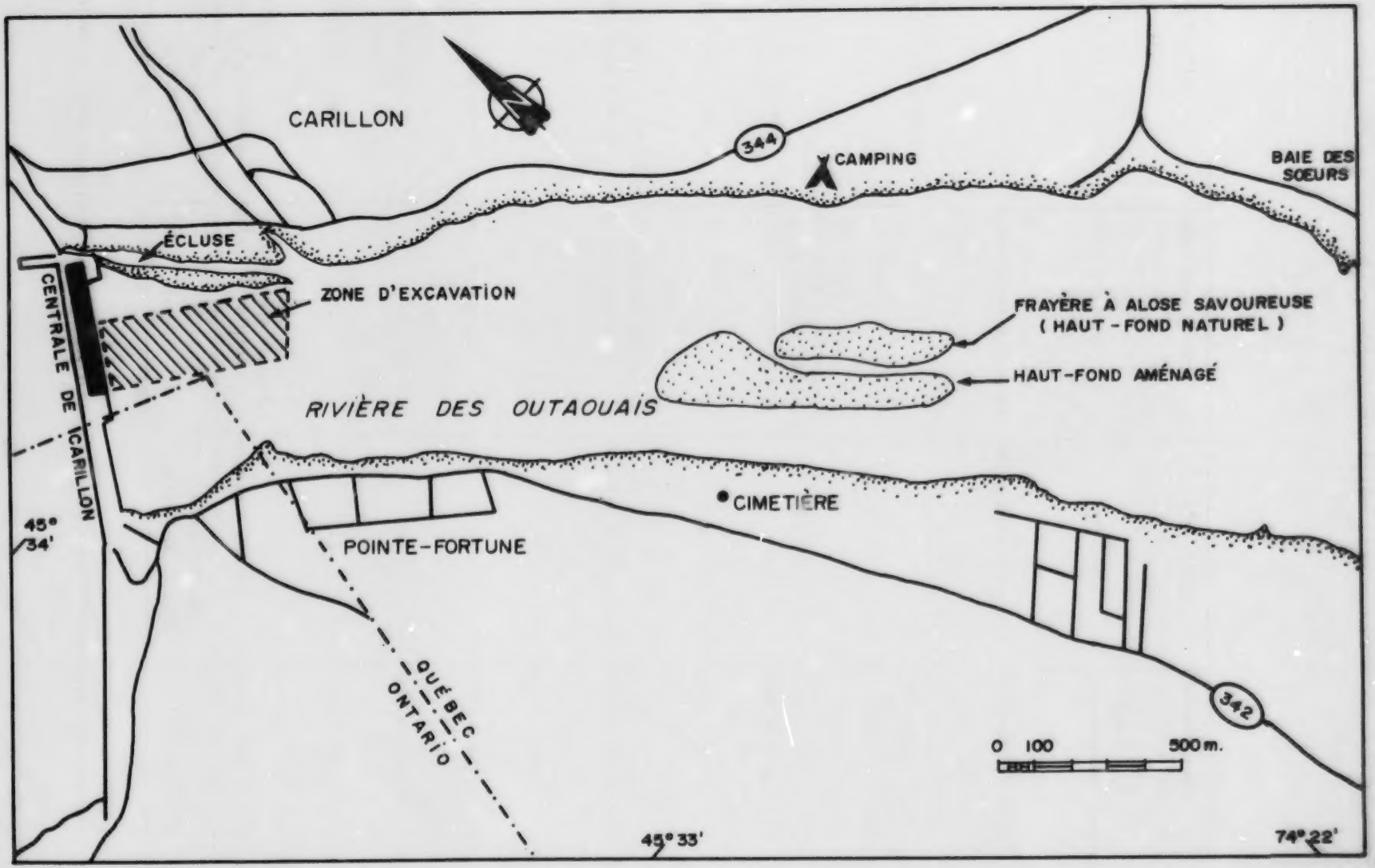


Figure 19: Frayère d'alose savoureuse dans le bief d'aval de la centrale hydroélectrique de Carillon, Rivière des Outaouais (d'après Environnement Illimité Inc. 1983).

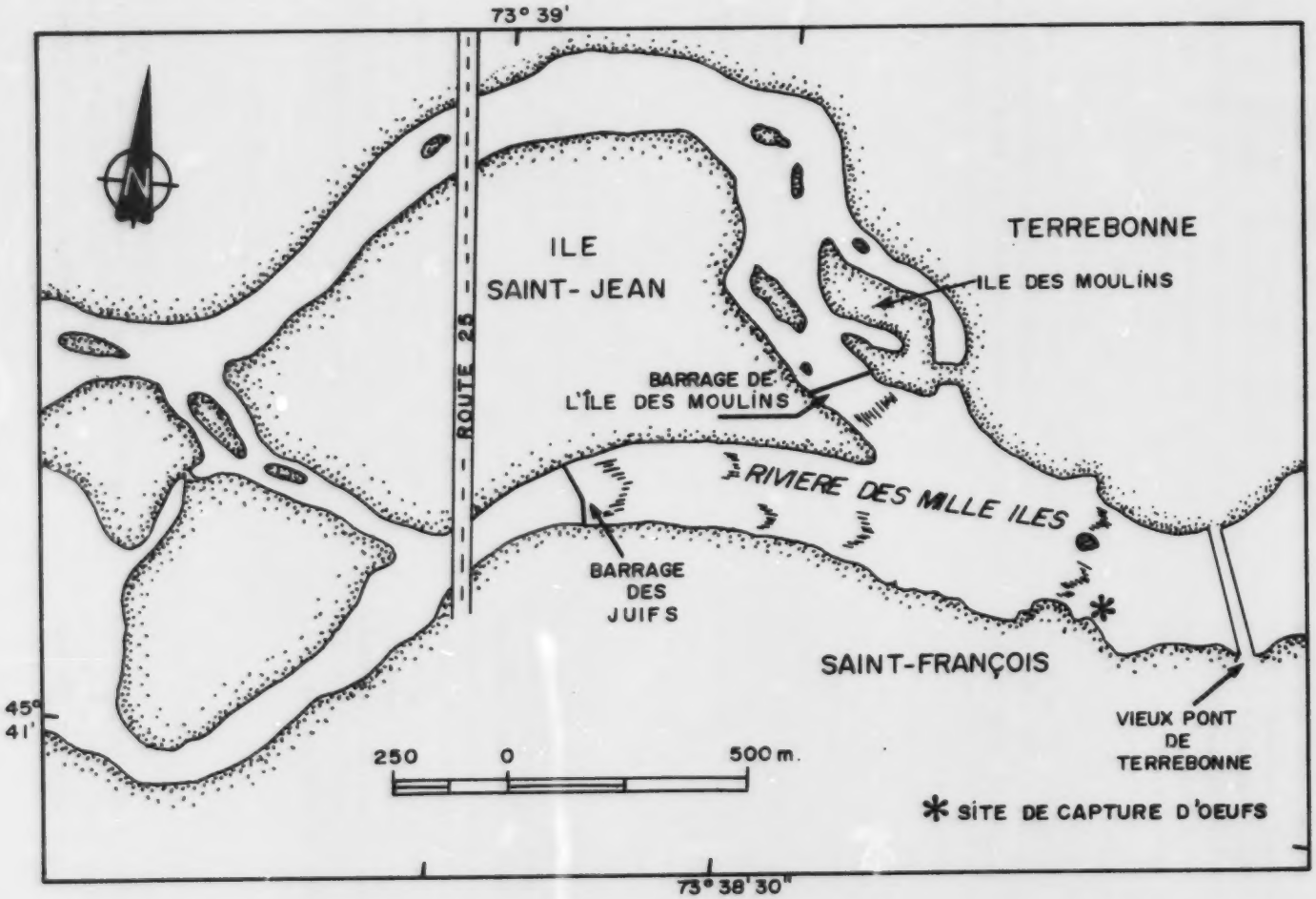


Figure 20: Capture des oeufs d'alose savoureuse au barrage de l'Île des Moulins sur la rivière des Mille Îles (modifiée de Provost et Fortin 1982; Leclerc 1983).

Les taux de capture par unité d'effort (C.P.U.E.) obtenus par Environnement Illimité (1983) et Leclerc (1983) sont comparables. A Carillon le 7 juin 1983, comme à Terrebonne le 15 juin 1983, des rendements maximaux d'environ 20 oeufs/heure/filet ont été observés[1]. A Carillon, des oeufs ont été capturés entre le 3 et le 15 juin. A Terrebonne, les captures n'ont été observées qu'entre le 15 et le 17 juin. Ces résultats correspondent à ce qui se retrouve dans la littérature. Massmann (1952) a obtenu jusqu'à 38 oeufs/heure pour une surface filtrée identique à celle des engins employés dans la région de Montréal. Par ailleurs, Marcy (1972) n'a obtenu qu'un rendement maximal de 3,5 oeufs/ heure/filet avec un rendement global moyen de 0,63 oeufs/heure. Toutes ces valeurs proviennent d'échantillonnages faits près du fond du cours d'eau. Certaines expériences ont démontré que les probabilités de prendre des oeufs d'alose près du fond étaient beaucoup plus grandes qu'en surface à cause du caractère démersal de l'oeuf (Massmann 1952). L'interprétation de ces résultats doit se faire avec réserve car les diverses caractéristiques des milieux étudiés peuvent entraîner des variations importantes au niveau des résultats.

Entre le 7 et le 24 juin 1982, plus d'une centaine d'alevins dont la longueur totale variait entre 9 et 19,5 mm ont été capturés dans le bief d'aval de la centrale de Rivière-des-Prairies. Des géniteurs, mâles et femelles, qui laissaient échapper leurs produits sexuels sous une légère pression abdominale ont aussi été observés. La présence de frayère à cet endroit ne peut pas être certifiée car aucun oeuf n'a été capturé dans la zone. Provost et al. (1982) présument tout de même d'une fraye d'alose (figure 21). En 1983, Provost et Fortin (1984) ont effectué des pêches aux filets maillants aux mêmes stations d'échantillonnage qu'en 1982 et n'ont observé aucune femelle "coulante" (annexe 2) sur le site. Ces observations laissent donc entrevoir que les conditions du milieu, en aval du barrage, ne sont probablement pas idéales. D'ailleurs, les conditions générales d'habitat aux principaux points de concentration de l'espèce dans le bief d'aval du barrage de Rivière-des- Prairies correspondent à un substrat constitué principalement de roche-mère et de blocs, à une profondeur qui varie de 1.25 m jusqu'à 4.3 m et à des vitesses de courant de surface qui oscillent entre 0,12 et 2,14 m/s, ce qui diffère des caractéristiques usuelles de l'habitat de reproduction de l'alose.

Certaines constantes, qui déterminent l'emplacement des frayères potentielles d'alose savoureuse dans l'archipel montréalais, sont tout de même identifiables. Premièrement, la vitesse de courant est de force moyenne, soit inférieure à un mètre par seconde, le plus souvent aux alentours de 0,5 m/sec. En deuxième lieu, la profondeur de l'eau sur le site de fraye excède rarement 3 m. Troisièmement, le substrat, caractère moins constant, varie du limon au gravier grossier. La présence de végétation n'est pas relevée chez les auteurs consultés. Enfin, la localisation des sites de fraye de même que la montaison des géniteurs semblent fortement liées à la présence d'indices reliés aux eaux brunes issus du secteur de la rivière des Outaouais et/ou du lac des Deux-Montagnes.

4.3 Sites potentiels de fraye en aval de Québec

Les seules informations trouvées dans la littérature sur la localisation de frayères d'alose savoureuse dans le couloir fluvial sont contenues principalement dans le rapport

[1] Le calcul de C.P.U.E. a dû être uniformisé car les deux auteurs n'ont pas utilisé la même ouverture dans leurs filets de dérive.

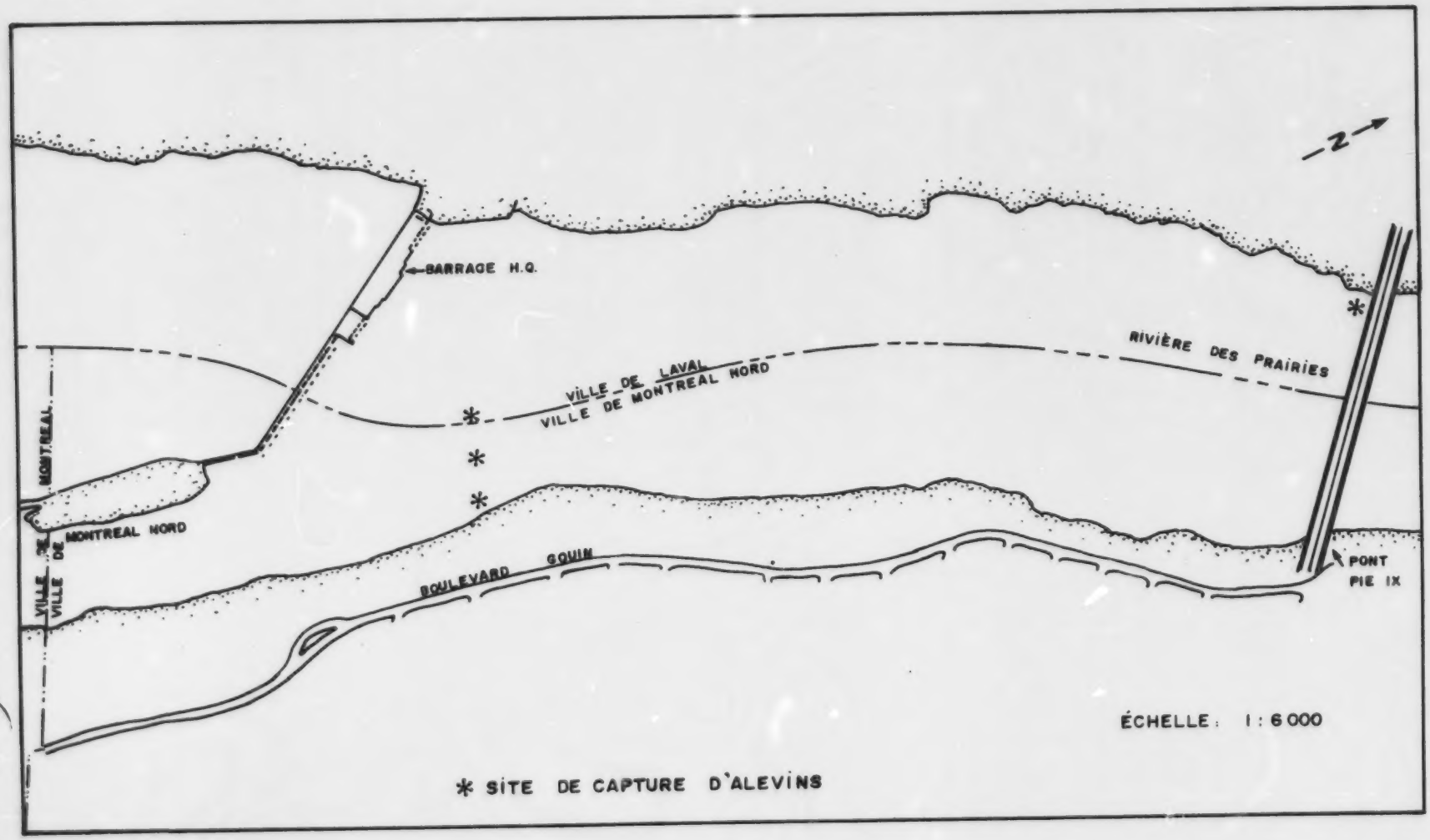


Figure 21: Capture d'alevins d'alose savoureuse à la centrale hydroélectrique de Rivière-des-Prairies (modifiée de Provost et al. 1982).

de Bouchard (1976). Cet auteur relève plusieurs sites potentiels de fraye pour l'alose à l'embouchure de différents tributaires du fleuve Saint-Laurent. L'importance de ces cours d'eau varie grandement (figure 22 et tableau 6). La détermination de ces frayères potentielles n'est basée que sur des caractéristiques bio-physiques des lieux par rapport aux exigences de l'espèce, et non sur la présence d'oeufs ou d'alevins récoltés sur les sites en question.

En aval de l'Île d'Orléans, l'utilisation de nombreuses rivières par l'alose, autant du côté nord que du côté sud du fleuve Saint-Laurent, est hypothétique. Le seul indice relevé est la capture d'un spécimen dans le lac au Saumon, comté de Matapédia le 16 août 1973 (alose mâle frayé) et des informations recueillies auprès de M. Roger Lejeune (Comm. pers.) qui viennent confirmer la capture de plusieurs géniteurs sur la rivière Matapédia, il y a quelques années. Il est probable que des populations empruntent l'estuaire de nombreuses rivières à saumon de la rive sud pour éventuellement s'y reproduire.

4.4 Sites potentiels de fraye en amont de Québec

"L'alose du Québec se reproduit dans plusieurs tributaires du Saint-Laurent répartis entre Saint-Vallier et Montréal, mais l'aire principale de fraye se situerait en aval de Trois-Rivières". Bien que le fondement d'une telle affirmation ne repose pas sur des preuves formelles, Roy (1968) n'avait peut-être pas tout à fait tort.

Des alevins ont été saisis à l'embouchure de la rivière Sainte-Anne (Mailhot et al. 1981). Les zones potentielles de fraye seraient localisées en aval du rapide à environ 6 km de l'embouchure (figure 23), sur un substrat hétérogène composé de bancs de gravier et de sable. La profondeur est supérieure à 0.5 m en juin (Long et Pelletier 1981).

Des géniteurs ont régulièrement été capturés sur la rivière Batiscan (Jean Scrosati, M.L.C.P. de Trois-Rivières, comm. pers.). Bien que des spécimens "coulants" y aient été pris (tableau 7), l'équipe du Service de la Faune de Trois-Rivières n'a pas réussi à localiser d'aires précises de fraye.

Ce cours d'eau est caractérisé par une série de quatre zones d'eaux vives et les aloses ont principalement été capturées en amont du troisième rapide (figure 24). Des spécimens ont déjà été capturés par des pêcheurs sportifs en haut du dernier rapide, plus précisément au pied d'un barrage situé à quelque 50 km de l'embouchure de la rivière. Cet obstacle empêche toute espèce ichtyenne de continuer sa migration d'amont sur la Batiscan. Exception faite des vitesses de courant plus élevées observées en certains points des rapides, particulièrement lors de la crue printanière, les conditions d'habitat sur la rivière Bastiscan sont semblables à celles de la rivière Sainte-Anne. L'existence de populations distinctes d'alose pour ces tributaires du fleuve devrait être confirmée par des études ultérieures (Jean Provost, travaux en cours).

La présence d'aloses juvéniles en différents endroits du lac Saint-Pierre (figure 18) laisse croire à l'existence de frayères à proximité de ces sites d'élevage. Ainsi, une quinzaine de jeunes aloses ont été capturées le 6 juillet 1944 à Pointe-du-Lac (tableau 8). Ces poissons proviennent tout aussi bien de la rivière Yamachiche que de d'autres petits tributaires légèrement en amont du point de capture. Depuis quarante ans, l'augmentation du degré de pollution de ces cours d'eau en secteur agricole a sûrement engendré la détérioration de ces frayères potentielles. Trois autres spécimens ont aussi été recensés à quelques jours d'intervalle à l'embouchure de la rivière du Loup, près de Berthierville, ce qui peut supposer l'utilisation possible de cette rivière par des géniteurs. Cuerrier et al. (1946), quant à eux, rapportent avoir

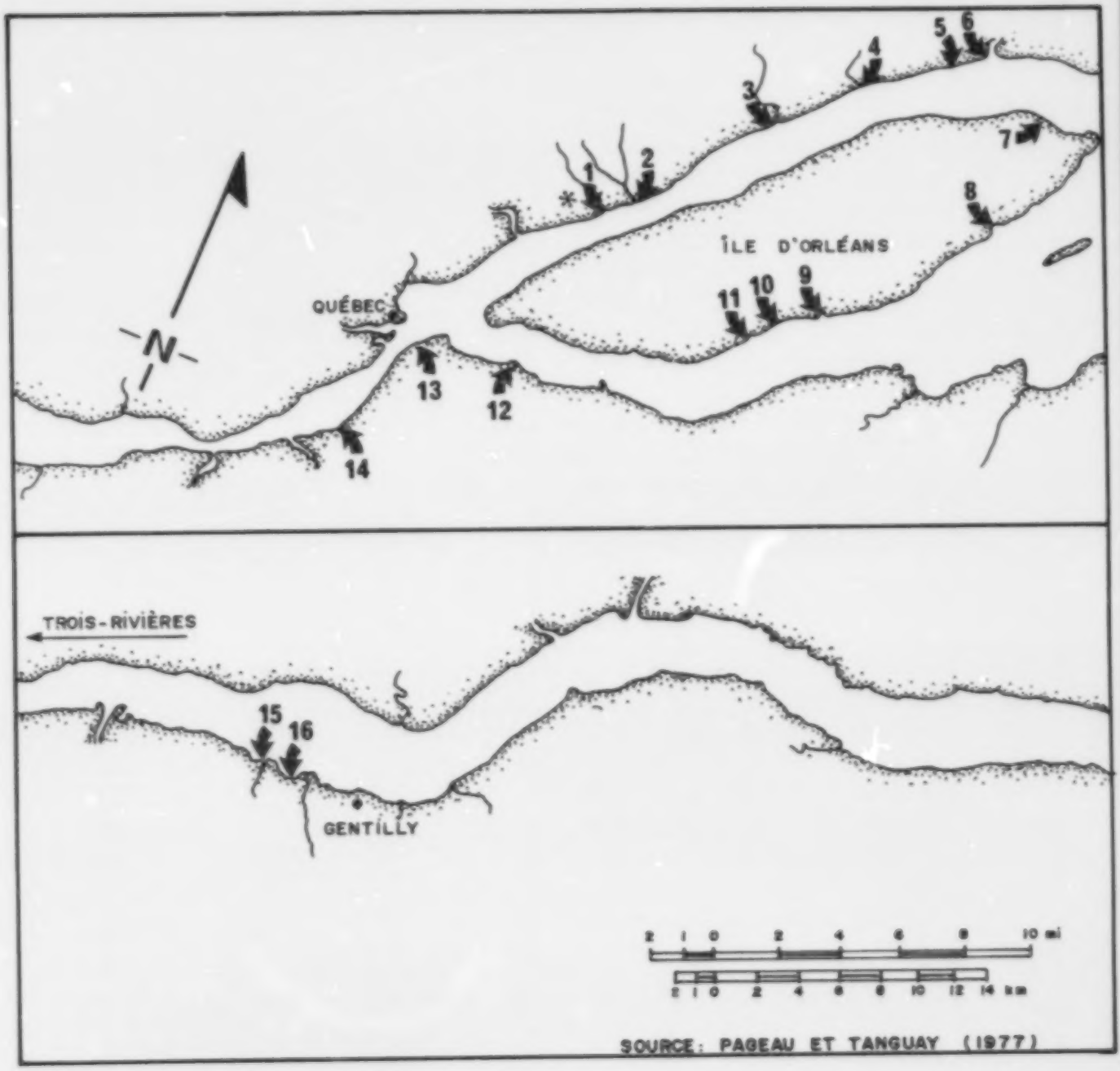


Figure 22: Frayères potentielles d'alose savoureuse dans le couloir fluvial entre l'île d'Orléans et Gentilly.

* Se référer au tableau 6 pour connaître la description des lieux indiqués.

Tableau 6. Localisation des frayères potentielles d'alose savoureuse entre l'île d'Orléans et Gentilly (d'après Bouchard 1976).

NO DE LA FRAYÈRE*	DESCRIPTION DES LIEUX	LONGITUDE ET LATITUDE APPROXIMATIVES
1	Embouchure de la rivière du Petit Thé	LONG.: 71°03'36" W LAT.: 46°56'00" N
2	Embouchure de la rivière Lemoine	LONG.: 71°03'18" W LAT.: 46°58'42" N
3	Embouchure de la rivière du Sault à la Puce	LONG.: 71°00'36" W LAT.: 46°58'42" N
4	Embouchure de la rivière aux Chiens	LONG.: 70°58'00" W LAT.: 47°00'30" N
5	Portion de la rive à l'ouest de la rivière Ste-Anne du Nord	LONG.: 70°54'00" W LAT.: 47°02'00" N
6	Embouchure de la rivière Ste-Anne du Nord	LONG.: 70°53'18" W LAT.: 47°02'39" N
7	Embouchure du ruisseau du Moulin	LONG.: 70°50'30" W LAT.: 47°01'15" N
8	Embouchure de la rivière Dauphine	LONG.: 70°50'54" W LAT.: 46°58'12" N
9	Embouchure de la rivière Lafleur	LONG.: 70°56'00" W LAT.: 46°54'12" N
10	Embouchure de la rivière Maheu	LONG.: 70°57'12" W LAT.: 46°53'42" N
11	Embouchure d'une rivière de nom inconnu située à l'ouest de la rivière Maheu	LONG.: 70°58'18" W LAT.: 46°52'54" N
12	Portion de la rive face à l'Anse aux Sauvages	LONG.: 71°06'18" W LAT.: 46°49'30" N
13	Portion de la rive face à la ville de Lauzon	LONG.: 71°10'24" W LAT.: 46°49'30" N
14	Portion de la rive face à la municipalité de Saint-David-de-l'Auberivière	LONG.: 71°12'54" W LAT.: 46°46'36" N
15 & 16	Portion de la rive située à l'ouest de la rivière Gentilly	LONG.: Entre 72°20'48" W et 72°23'00" W LAT.: 46°24'48" N

* Voir figure 22

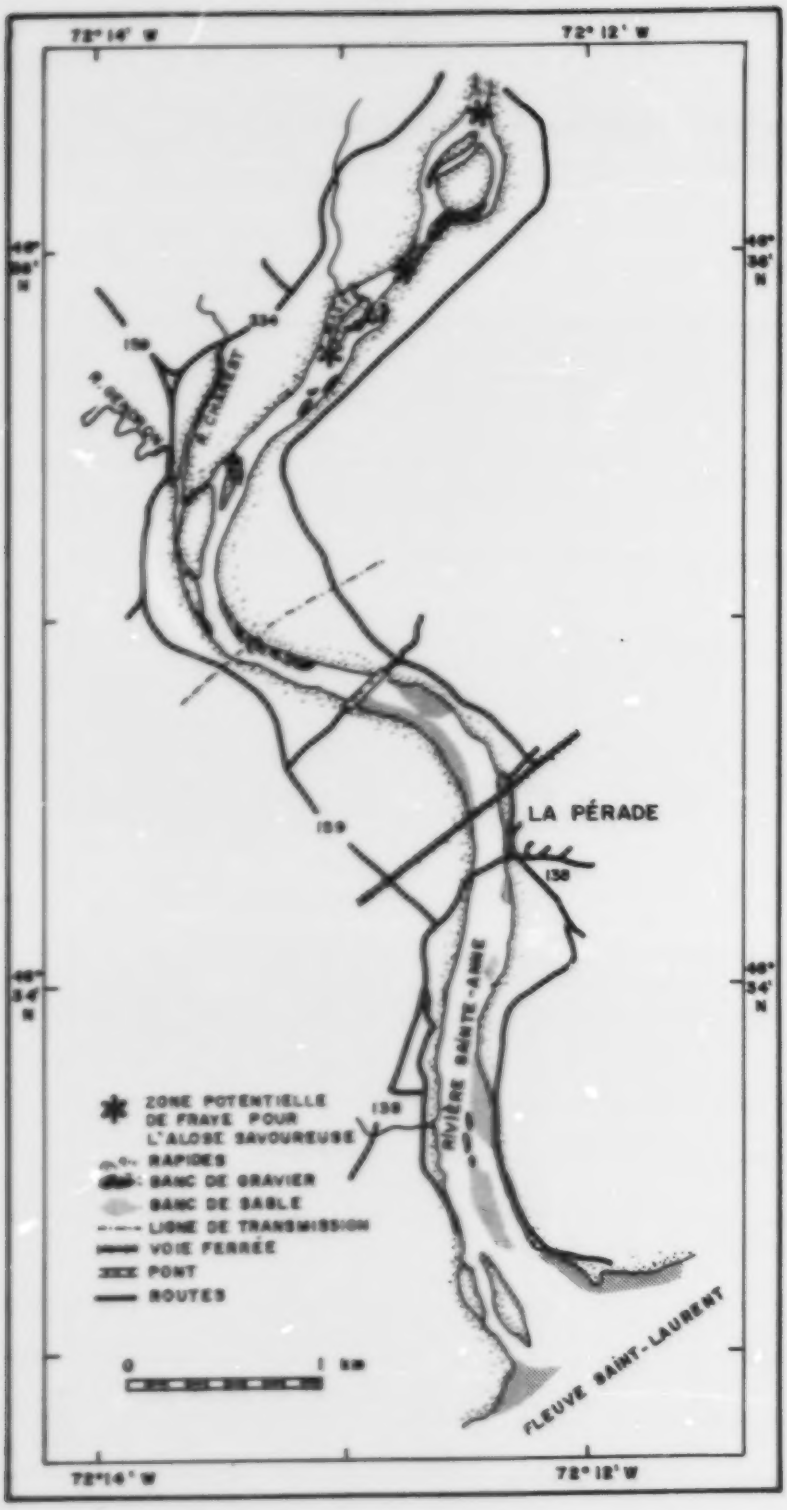


Figure 23: Sites potentiels de fraye de l'alose savoureuse, rivière Sainte-Anne, comté de Champlain (modifiée de Mailhot et al. 1981).

Tableau 7. Captures d'alose savoureuse de la rivière Batiscan.

DATE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	SEXE	STADE DE MATURITÉ SEXUELLE	TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C)
22-05-80	1	INDÉT.	INDÉT.	14,5
27-05-80	26	16 M 10 F	IV	16,0
29-05-80	6	5 M 1 F	IV	16,0
05-06-80	18	5 M 13 F	IV	16,0
12-06-80	27	14 M 9 F 2 M 2 F	IV V	17,0
18-06-80	5	3 M 2 F	V	19,0
26-06-80	—	—	—	—
24-05-82	—	—	—	—
03-06-82	3	2 M 1 F	IV	19,0
11-06-82	—	—	—	—
1983	Quelques pêches sont effectuées à la fin de mai et au début de juin mais aucune capture n'est réalisée.			
04-06-84	1	M	IV	14,9
06-06-84	1	F	V	16,8
08-06-84	1	F	V	19,0

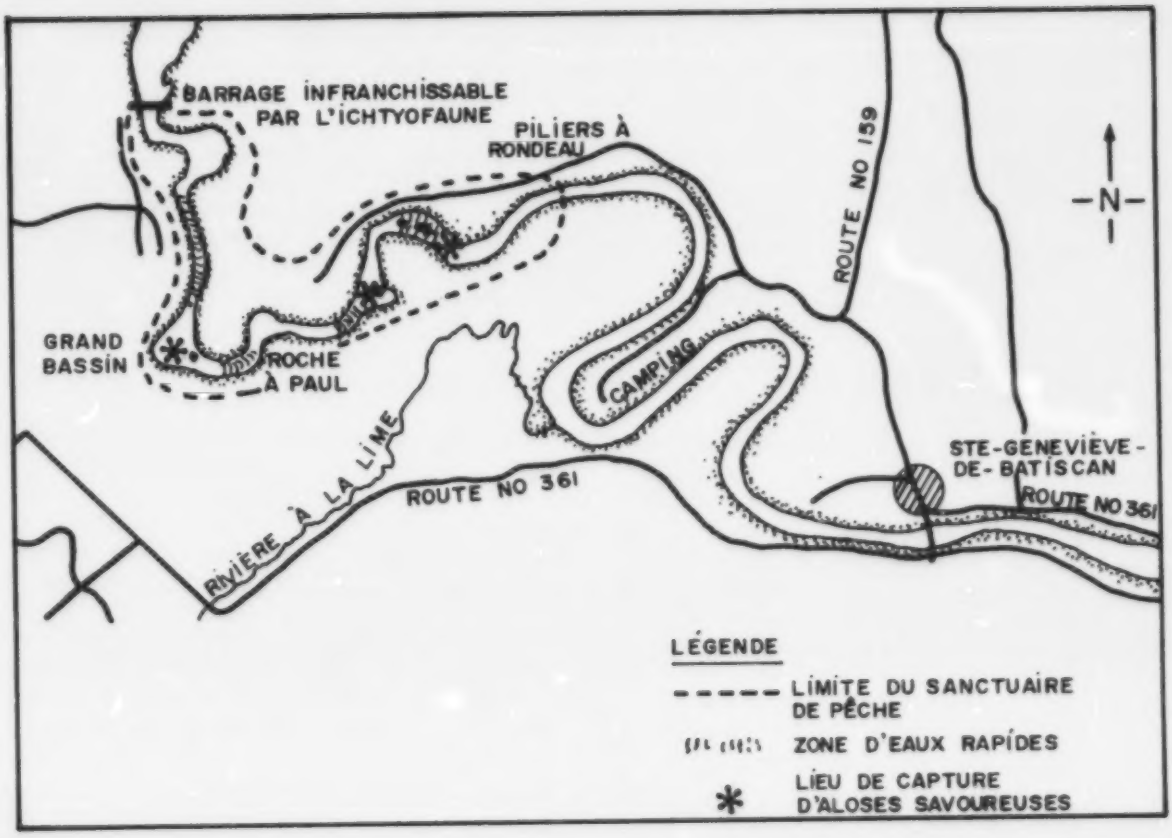


Figure 24: Capture d'alose savoureuse, rivière Batiscan.

Tableau 8. Localisation et caractères méristiques des jeunes aloses savoureuses au Québec.

NO DE LA STATION	EMPLACEMENT DE LA STATION DE PECHE	DATE DE CAPTURE	LONGUEUR TOTALE (mm)			NOMBRE DE SPECIMENS	SOURCE DE L'INFORMATION
			Min.	Moy.	Max.		
1*	Anse-au-Sable . Lac Saint-Louis Long. 73°56'00" Lat. 45°21'23"	15/07/41	32	42	49	4	Collection du M.L.C.P.
2	Pointe-du-Lac . Lac Saint-Pierre	06/07/44	20	25	30	15	Collection du M.L.C.P.
3	Rivière-du-Loup . Berthierville Long. 72°55'22" Lat. 46°13'12"	08/07/44	20	24	29	3	Collection du M.L.C.P.
4	Ile Verte . Bas du fleuve Saint-Laurent (Rive sud)	25/08/49	116	116	116	2	Collection du M.L.C.P.
5	Anse-au-Sable . Lac Saint-Louis	15/08/52	76	82	87	9	Collection du M.L.C.P.
6	Lac Saint-Louis	27/08/68	110	110	110	1	Collection du M.L.C.P.
7	Aval du barrage de Beauharnois (entre le barrage et le pont) . Lac Saint-Louis Long. 73°54'45" Lat. 45°18'55"	31/08/69	99	104	110	4	Collection du M.L.C.P.
8	Parc provincial des Cascades (intérieur de la rade) . Pointe-des-Cascades . Lac Saint-Louis Long. 73°57'46" Lat. 45°20'05"	22/07/70	42	52	58	4	Collection du M.L.C.P.
9	Parc provincial des Cascades (extérieur de la rade) . Pointe-des-Cascades Long. 73°57'44" Lat. 45°20'06"	22/07/70	49	49.5	50	2	Collection du M.L.C.P.

* Voir figures 17 et 18 pour la localisation des stations.

Tableau 8. Localisation et caractères méristiques des jeunes aloses savoureuses au Québec (suite).

NO DE LA STATION	EMPLACEMENT DE LA STATION DE PECHE	DATE DE CAPTURE	LONGUEUR TOTALE (mm)			NOMBRE DE SPECIMENS	SOURCE DE L'INFORMATION
			Min.	Moy.	Max.		
10	Saint-Ours . Rivière Richelieu	04/08/70	59	62	65	2	Collection du M.L.C.P.
11	Saint-Roch (amont de l'embouchure du ruisseau des Prairies) . Rivière Richelieu	04/08/70	60	60.5	61	2	Collection du M.L.C.P.
12	Saint-Roch . Rivière Richelieu	05/08/70	67	71.5	76	4	Collection du M.L.C.P.
13	Saint-Joseph-de-Sorel . Rivière Richelieu	10/08/70	61	68	80	5	Collection du M.L.C.P.
14	Pointe-des-Cascades . Lac Saint-Louis	12/08/70	67	70	72	3	Collection du M.L.C.P.
15	Saint-Anne-de-Sorel . Fleuve Saint-Laurent	12/07/71	57	58	61	11	Collection du M.L.C.P.
16	Rivière Rigaud (tributaire du lac des Deux-Montagnes) . Rigaud	07/09/72	118	118	118	1	Collection du M.L.C.P.
17	Embouchure de la rivière Ste-Anne . Tributaire du fleuve Saint-Laurent	15/07/80	40	45	50	42	Mailhot et al. (1981)
18	Amont du barrage de l'Île Saint-Jean, Terrebonne . Rivière des Mille Iles	27/08/83	105	108	112	3	Auger et al. (1983)

Tableau 8. Localisation et caractères méristiques des jeunes aloses savoureuses au Québec (suite).

NO DE LA STATION	EMPLACEMENT DE LA STATION DE PECHE	DATE DE CAPTURE		LONGUEUR TOTALE (mm)			NOMBRE DE SPECIMENS	SOURCE DE L'INFORMATION
				Min.	Moy.	Max.		
19	Amont du barrage hydro-électrique . Rivière des Prairies	24/8/83* au 30/9/83	24/8	112	112.5	113	2	Auger et al. (1983)
			25/8	92	112.2	121	25	
			27/8	100	101.3	104	3	
			12/9	124	133.8	152	30	
			20/9	125	136	155	25	
			30/9	131	137.8	151	5	

* Près de 1 000 aloses juvéniles ont été capturées à l'amont du barrage d'Hydro-Québec et dans les galeries d'amenée des turbines de la centrale. Un sous-échantillonnage de 90 aloses a été effectué dans le but de mesurer la longueur totale des spécimens.

capturé des alevins à l'embouchure de la rivière Nicolet.

Sur la rivière Richelieu, à Saint-Ours, en aval du barrage, et à Saint-Roch, à l'embouchure du ruisseau des Prairies, d'autres spécimens ont été capturés lors d'inventaires ichtyologiques du Service de la Faune du M.L.C.P. de Montréal. L'utilisation potentielle de ce secteur reste à préciser, mais le comportement typique qu'ont les aloses juvéniles à se laisser dériver avec le courant lors de leur dévalaison implique une localisation des frayères en amont de ces points de capture. Il est à souligner qu'une alose génésique a été capturée au printemps 1984 dans le bassin de Chambly (J.R. Mongeau, comm. pers.). Ce spécimen aurait franchi la structure de contrôle des eaux au niveau de la municipalité de Saint-Ours. L'hypothèse selon laquelle la rivière Richelieu est un aire de fraye de l'alose est donc renforcée. Des prises ont aussi été effectuées à Sainte-Anne-de-Sorel et à Saint-Joseph-de-Sorel. Ces aloses, de par leurs localisations, leurs dates de capture et leurs longueurs, pourraient aussi provenir de la rivière Richelieu. Comme le soulignent Gravel et Dubé (1980), les spécimens retrouvés dans la région du lac Saint-Pierre peuvent tout aussi bien provenir de la région de Montréal puisque la durée exacte du séjour en eau douce des populations du Québec est inconnue.

4.5 Sites potentiels de fraye dans l'archipel de Montréal

En plus des frayères décrites au point 4.2, certains habitats potentiels de l'archipel de Montréal semblent propices à la reproduction de l'espèce en raison des caractéristiques du milieu. Plusieurs de ces secteurs sont localisés en différents endroits du lac Saint-Louis (figure 17). Cependant, la détermination d'emplacements exacts de frayères reste problématique en raison du manque d'information sur l'écologie des premiers stades de développement.

Les spécimens capturés à Pointe-des-Cascades, à l'Anse-au-Sable et en aval du barrage de Beauharnois peuvent tous provenir du lac des Deux-Montagnes via les déversoirs de Vaudreuil et de Sainte-Anne-de-Bellevue. Puisque la montaison des aloses génésiques dans le couloir fluvial semble guidée par la présence d'indices issus de la rivière des Outaouais et/ou du lac des Deux-Montagnes, il est logique de penser que la majorité des frayères de la région de Montréal se situent dans le bassin de drainage de ces plans d'eau. Gravel et Dubé (1980) rapportent la découverte d'une centaine d'alevins, fraîchement consommés, dans l'estomac d'une alose adulte mature capturée dans la rivière Rigaud, tributaire du lac des Deux-Montagnes (figure 17). Cette observation pourrait constituer un premier indice de l'utilisation d'un site de fraye autre que celui localisé en aval du barrage de Carillon (Environnement illimité 1983), dans la région du lac des Deux-Montagnes - rivière des Outaouais. De plus, les rivières du Nord, Saint-André et à la Raquette seraient susceptibles de présenter des conditions propices à la fraye pour l'alose.

À l'aide de cartes bathymétriques et de la localisation des herbiers (Mongeau et Massé 1976), ainsi que des cartes de substrat (Hydrotech inc. 1983) et de vitesse de courant (Sydor 1978), certaines zones du lac des Deux-Montagnes et de la rivière des Outaouais qui semblaient posséder les caractéristiques des aires de fraye énumérées au point 4.1 et 4.2 ont été circonscrites (figure 25). La valeur de ces résultats est relative mais ne se veut qu'un point de départ en vue de futurs inventaires des habitats potentiels de fraye de la région de Montréal. Le Service Archipel du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche a réalisé des cartes bio-physiques pour tous les principaux cours d'eau de la région métropolitaine à échelle 1:10 000. La précision de ces outils de travail pourra éventuellement servir de base à l'élaboration d'une clé pour les sites potentiels de fraye de l'alose.

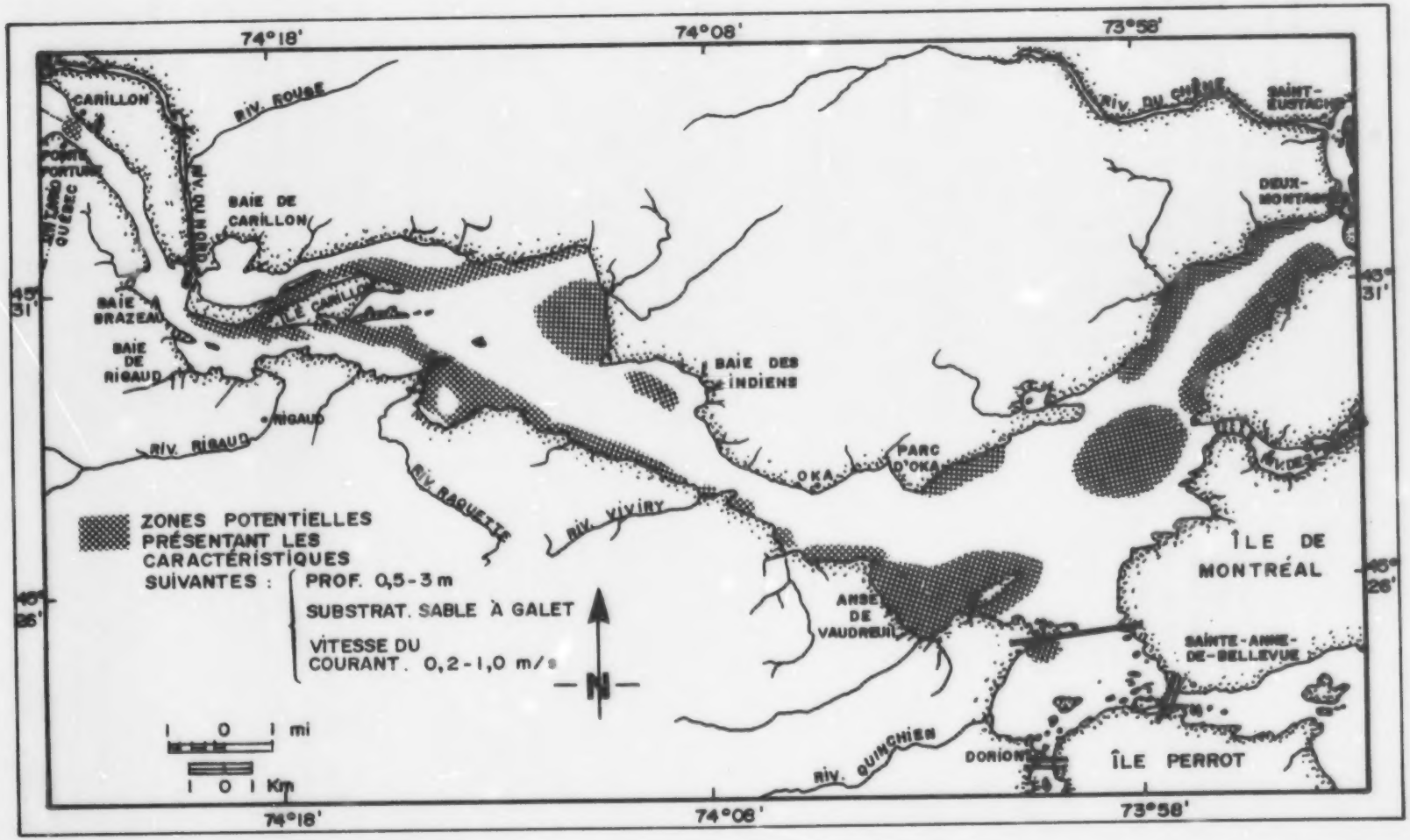


Figure 25: Zones potentielles de fraye de l'alose savoureuse dans le lac des Deux-Montagnes et dans la portion de la rivière des Outaouais en aval du barrage hydroélectrique de Carillon (d'après Mongeau et Massé 1976; Sydor 1978; Hydrotech Inc. 1983).

4.6 Habitats utilisés antérieurement par l'alose

Selon Roy (1968), les facteurs naturels ne suffisent pas pour expliquer la baisse continuelle des captures d'alose, tant dans les eaux du Québec que sur la côte atlantique. La pêche excessive et la capture des géniteurs en montaison, la construction de barrages qui coupent l'accès aux frayères et la pollution des eaux sont des facteurs qui ont provoqué la diminution de la ressource. Ces deux derniers agents ont certainement contribué pour une large part à la destruction de frayères ancestrales surtout sur la rivière des Outaouais.

Jadis, d'importantes captures d'alose étaient rapportées sur la rive nord de l'Île de Montréal et sur la rive sud de l'Île Jésus. C'est plus précisément à la pointe du Gros-Sault (figure 2) que prospérait cette industrie. Plus de 26 000 aloses y ont été capturées en 1809 (Prévost 1939). Les pêcheurs du temps devaient attacher leurs filets à un arbre tant ces derniers regorgeaient de poissons! Avec la construction de la centrale hydroélectrique de Rivière-des- Prairies en 1928, cette industrie régionale a périclité.

Un pêcheur commercial de la petite localité de l'Orignal, située à quelques dizaines de kilomètres en amont du présent barrage de Carillon, y capturait de l'alose savoureuse avant la construction de la centrale hydroélectrique (Dymond, 1939). Les aloses franchissaient les rapides de Pointe-Fortune (rive ouest de la rivière Outaouais, face à Carillon), avant la construction, vers 1880, d'une série d'ouvrages de stabilisation des eaux, entre Carillon et Grenville (Roger Larivière, ingénieur à Hydro-Québec, comm. pers.). Un ensemble de sept barrages munis d'écluses facilitait la navigation dans le secteur, auparavant parsemé de seuils et d'eaux vives.

MacDonald (1938) déclare avoir capturé quelques aloses en aval du barrage de Carillon et décrit la pêcherie commerciale locale de l'époque. Ainsi, cinq ou six pêcheurs installaient des plates-formes sur les pointes de roche qui avançaient dans le rapide situé à plusieurs centaines de mètres en aval du barrage. L'alose ne se pêchait qu'avec des épuisettes fixées à de longs manches de bois. Les pêcheurs affirmaient que l'alose était un poisson particulièrement farouche et qu'ils étaient incapables de la prendre au filet maillant conventionnel.

C'est vers neuf heures du matin que la pêche battait son plein et il se prenait jusqu'à trois poissons du coup. Cette activité ne durait guère plus de quatre ou cinq jours par année. MacDonald ajoute qu'un vieil homme avait connu un cultivateur de Chute-à-Blondeau (6.6 km en amont du barrage de Carillon) qui fertilisait sa terre avec de pleines charrettes d'alose, surplus qu'il n'avait pu écouler sur le marché. Un rétrécissement de la rivière des Outaouais, à la hauteur du petit village de Chute-à-Blondeau, créait un rapide où se pêchait l'alose. Les poissons, semble- t-il, venaient s'abriter temporairement du fort courant derrière une pointe de roche et c'était l'endroit de prédilection pour la capture de l'espèce.

Prince (1912) souligne que l'espèce atteignait probablement la capitale fédérale au milieu du 19e siècle et la chute à la Chaudière, au niveau d'Ottawa, constituait un obstacle naturel à la montaison. Small (1883), in Dymond (1939), mentionne que l'alose se retrouvait jusqu'à la hauteur de Grenville, mais que la présence de bancs de sciures de bois dans le lit de la rivière compromettait indéniablement le succès de fraye en raison du colmatage des oeufs et du faible taux d'oxygène dissous rencontré dans ces secteurs. L'utilisation actuelle de ces zones par l'alose n'est pas documentée. Il paraît possible, pour un certain pourcentage de la population, d'utiliser l'écluse de Carillon afin d'accéder au bief d'amont du barrage.

Les connaissances sur l'utilisation passée des eaux de l'archipel de Montréal par l'alose savoureuse sont étroites. La forte industrialisation des rives du fleuve et le développement urbain depuis le début du 20e siècle ont sans doute contribué à la détérioration de frayères d'importance mais l'influence relative de leurs impacts sur le déclin des populations est difficilement appréciable. Quant à l'utilisation passée de secteurs extérieurs à la région de Montréal, aucune documentation n'en fait mention.

5. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

La biologie de l'alose savoureuse du Québec est peu documentée. C'est pourquoi il faut s'en remettre à des extrapolations pour établir les facteurs qui régissent les divers comportements de l'espèce et qui expliquent le niveau actuel des populations. Cette revue de la documentation disponible a tout de même identifié certaines avenues de recherche nécessaires au développement de mesures de reconditionnement de l'espèce.

5.1 Quelques conclusions

Les principales conclusions sont ici regroupées par thèmes généraux:

5.1.1 Habitat d'alimentation

- L'étendue de l'aire d'engraissement de l'alose se prolonge du golfe du Maine jusqu'à la baie de Fundy.

5.1.2 Températures recherchées

- L'intervalle de températures de fond de 3 à 15° C qui prévaut au début du mois de mai dans l'estuaire du Saint-Laurent semble être le véritable facteur discriminatoire qui régit le déplacement des aloses en mer.

- La montaison de l'alose en rivière est associée à des températures préférentielles de 12.5 à 22.7° C.

5.1.3 Mécanismes de retour

- Les mécanismes qui permettent d'identifier l'emplacement de la rivière natale seraient d'ordre olfactif et rhéotactique.

- La répartition de la montaison de l'alose à travers les cours d'eau de l'archipel de Montréal est directement affectée par les conditions hydriques des mois de mai et juin.

- Le sens développé de l'olfaction provoque la stimulation de d'autres sens, responsables eux aussi du repérage précis de la frayère à l'approche de la rivière natale. Le retour au lieu d'origine résulte en un isolement génétique. Ce phénomène est essentiel au développement d'adaptations complexes en rapport avec le milieu de reproduction utilisé.

- La localisation des sites de fraye de même que la montaison des géniteurs semblent fortement liées à la présence d'indices issus du secteur de la rivière des Outaouais et/ou du lac des Deux-Montagnes.

5.1.4 Distinction de population

- Le nombre de caractères méristiques tend à augmenter avec la latitude.

- Les aloses, pour se reproduire, ne retournent pas seulement à leur rivière d'origine, mais plus précisément à leur tributaire natal.

- Les caractères méristiques d'une cohorte donnée sont fortement influencés par une composante génétique qui dépend de divers facteurs environnementaux comme la température, l'oxygène dissous...

- Toutes ces adaptations à l'environnement, le taux de fécondité, la fréquence de reproduction et l'âge à la maturité sexuelle reflètent un haut degré de plasticité de l'espèce et assurent sa survie.

- Il existe une relation entre la diminution de la température de l'eau et la dévalaison des aloses juvéniles. Il existe aussi une relation entre le taux de croissance et la dévalaison. L'alose du Saint-Laurent, à la limite nord de l'aire d'extension, ne bénéficie que d'un court laps de temps avant que les eaux ne se refroidissent aux environs des températures létales (4 - 6° C). Un taux de croissance élevé doit donc caractériser les populations du Québec.

5.1.5 Couloir de migration

- Puisque l'alose recherche des températures préférentielles pour des eaux de fond et qu'elle utilise certains indices visuels et olfactifs-rhéotactiques pour retrouver sa rivière natale, il est raisonnable de croire que ces propriétés physiologiques sont du moins partiellement responsables de la détermination du couloir de migration emprunté le long de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

- L'alose longe la rive sud dès son entrée dans le Saint-Laurent. La rive nord n'est pratiquement pas utilisée lors de la montaison.

- L'alose utilise surtout la rivière des Prairies pour tenter de parvenir au lac des Deux-Montagnes et/ou à la rivière des Outaouais parce que l'appel d'eau y est généralement plus fort qu'à la rivière des Mille Iles. Le fleuve Saint-Laurent est aussi remonté mais dans une proportion encore mal définie.

- L'accessibilité aux aires de fraye est algue lors des années de faibles crues, alors quee les aloses se butent au barrage de la rivière des Prairies.

- Il est possible que l'alose utilise l'écluse de Carillon afin d'accéder au bief d'amont du barrage.

5.1.6 Vitesse de déplacement

- L'alose du Québec a une vitesse de déplacement de 1.5 à 4 fois plus rapide que l'alose de la côte est américaine.

5.1.7 Habitats de reproduction

- Les conditions de l'habitat en aval du barrage de la rivière des Prairies ne sont pas idéales pour la fraye.

- Il est probable que des populations d'aloses empruntent l'estuaire de nombreuses rivières à saumon de la rive sud pour éventuellement se reproduire.

- L'alose adulte capturée dans la rivière Rigaud avec plus d'une centaine d'alevins fraîchement consommés dans son estomac est

le premier indice de l'utilisation d'un site de frayo hors des eaux brunes de l'Outaouais.

- Les rivières du Nord et à la Raquette semblent susceptibles de présenter des conditions propices à la frayo de l'alose.

5.2 Un groupe de travail

Un programme de réhabilitation de l'alose du fleuve Saint-Laurent devrait être élaboré par un groupe de travail composé de membres des différents ministères provinciaux et fédéraux concernés, d'organismes para-publics et privés et du secteur universitaire. Ce comité aurait le mandat de planifier et de gérer ce programme et d'en fixer les priorités. Pour ce faire, les conclusions tirées de cet exercice pourront servir de fondement d'opération au groupe de travail.

5.2.1 La recherche

Les programmes de recherche poursuivis par ce comité devraient reposer sur les principales lacunes identifiées dans ce rapport qui sont:

5.2.1.1 Les diverses populations et leurs caractéristiques

- Dresser l'inventaire et identifier les diverses populations d'alose associées aux différents tributaires du fleuve Saint-Laurent.

- Déterminer la structure d'âge de chacune de ces populations, leur âge à maturité sexuelle, leur fécondité et leur fréquence de reproduction par le prélèvement de différentes mesures et structures.

- Caractériser d'une façon précise les différents habitats utilisés par l'alose, en particulier les frayères et les couloirs de migration.

5.2.1.2 Les problèmes liés au mécanisme de retour

- Étudier l'impact des rejets industriels sur les mécanismes olfactifs de repérage de l'alose.

- Évaluer l'importance de la côte sud comme repère visuel lors de la montaison pour comprendre l'importance relative des différents mécanismes de repérage.

5.2.1.3 Les processus de migration

- Documenter le processus et évaluer le succès de dévalaison des adultes et des juvéniles et le mettre en relation avec des paramètres tels la température, le débit, la luminosité, la croissance des individus...

- Vérifier l'hypothèse de Vladykov qui suggère que les aloses du Saint-Laurent ne se reproduisent pas à toutes les années et qu'elles empruntent des routes migratoires inhabituelles.

- Estimer l'utilisation réelle du chenal du fleuve Saint-Laurent par l'alose lors de sa montaison dans l'archipel de Montréal par des techniques de télémétrie.

5.2.1.4 Les aménagements techniques

- Développer une expertise sur la construction de passes migratoires adaptées à l'espèce.

- Stimuler la recherche sur l'implantation de géniteurs, d'oeufs ou d'alevins dans les eaux vertes en amont de l'archipel de Montréal.

5.2.2 La planification

Ce groupe de travail aura à planifier la mise de l'avant du programme de réhabilitation de l'alose savoureuse. Il devra tenir compte entre autres, de certains éléments fondamentaux. Après avoir établi des stratégies pour rendre accessible les différentes aires de reproduction aux diverses populations d'alose savoureuse, le groupe de travail pourra envisager la planification de programmes de recherche et de gestion sur la réglementation de la récolte excessive autant sportives que commerciales, sur l'amélioration des conditions de la qualité de l'eau, sur la reconstitution d'habitats dégradés, sur la mise en place de frayères artificielles.

Ainsi, la mise en place d'une passe migratoire au barrage hydroélectrique de Rivière-des-Prairies créera une augmentation sensible de l'espèce à travers les cours d'eau de la région de Montréal. L'établissement de passes migratoires sur les autres obstacles n'est pas prioritaire pour l'instant, mais sera justifié dans une phase ultérieure du programme de réhabilitation.

Les rendements des pêches commerciales d'alose savoureuse ont grandement varié au cours des cent dernières années. La mise sur pied d'un programme de contrôle des pêches commerciales d'alose savoureuse permettrait de quantifier ce facteur en terme d'unité d'effort de pêche et non seulement de captures totales rapportées. Ces résultats de pêches commerciales constitueraient un indicateur valable des fluctuations enregistrées à l'intérieur des populations. A long terme, cette mesure permettrait de mieux évaluer la réponse de l'alose au programme de réhabilitation de l'espèce.

5.2.3 La consultation

Afin de sensibiliser la population à ce programme de réhabilitation de l'alose savoureuse, les responsables du projet devraient promouvoir une campagne de publicité. Dans un premier temps, elle viserait à souligner l'état lamentable de la population d'alose. Parallèlement, les actions de mise en valeur de l'habitat seraient présentées. La deuxième phase publicitaire mettrait l'accent sur la pêche sportive en s'appuyant sur la qualité de la chair et la combativité de l'espèce.

Il n'en demeure pas moins que le groupe de travail proposé ici aura à surmonter de nombreux obstacles de divers ordres. Ainsi, la recherche sur des espèces anadromes telles l'alose peut relever du mandat de plusieurs organismes et ministères. Par contre, la gestion des stocks est déléguée au ministre du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Il reste toutefois de nombreux aspects, reliés au programme de réhabilitation qui sont encore indéterminés. La marge de manoeuvre est très grande et il y a place pour l'initiative, l'innovation, l'implication et la collaboration de tous les individus, organismes et paliers de gouvernement.

6. RECOMMANDATIONS ET SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENT

6.1 Les causes du déclin des populations d'alose savoureuse du Québec

Les impacts reliés au développement des centres urbains et aux modifications des méthodes de pêche ont sûrement entraîné des variations dans les rendements de pêche

commerciale. Cependant, la construction de barrages a été identifiée comme l'une des principales causes qui ont occasionné une baisse continuelle des captures de plusieurs rivières de la côte est américaine (Stevenson 1898; Talbot et Sykes 1958; Walburg et Nichols 1967; Jessop 1975).

Au Québec, trois principaux ouvrages ont pu provoquer un impact négatif sur les déplacements et la reproduction de l'alose. Il s'agit de la série d'ouvrages de retenue entre Carillon et Grenville sur la rivière des Outaouais, édifiés au début des années 1880, de la centrale de Rivière-des-Prairies bâtie en 1929 et enfin de l'ouvrage de contrôle de l'Île des Moulins près de Terrebonne, érigé pour la première fois entre 1720 et 1736, détruit par les forces hydrauliques vers 1950 et reconstruit en 1979.

L'abondance d'une classe d'âge dépend, en majeure partie, du succès de reproduction de la population génésique (Walburg 1963). L'impact de la présence d'obstacles à la montaison massive des géniteurs n'est perceptible que de 4 à 6 ans plus tard, au moment où la cohorte décimée arrive à l'âge de se reproduction. De fait, sur la rivière des Outaouais, les captures chutent à un niveau très bas à partir de 1887, soit 6 ans après que l'alose ait été restreinte à se reproduire en aval de Pointe-Fortune (figure 1). Bien que l'importance des aires de fraye en amont du présent emplacement de la centrale de Carillon n'ait jamais été évaluée, la baisse des prises commerciales reflète la perte d'habitats productifs pour l'alose. La mise en opération de l'ouvrage hydroélectrique de Rivière-des- Prairies ne transparaît pas aussi clairement sur l'abondance des pêches (figure 1). Quant au barrage de l'Île des Moulins, l'impact de sa construction sur la montaison de l'alose au milieu des années 1700 n'est pas documentée. La présence d'un passage entre l'Île Saint-Jean et l'Île des Moulins, aux environs de 1950, pourrait par contre être associée à la remontée des prises commerciales maritimes enregistrées en 1955 (figure 1). Les impacts reliés à la reconstruction du barrage de l'Île des Moulins, en 1979, devraient être visibles dans les pêches commerciales et sportives, seulement à partir des années 1984 à 1986.

L'augmentation de l'effort de pêche est parfois responsable d'une augmentation notable mais éphémère des pêches commerciales. La modernisation des engins de pêche et l'exploitation de nouveaux secteurs peuvent aussi contribuer à camoufler l'épuisement des stocks (Stevenson 1899). Ces raisons peuvent expliquer le cheminement inégal et incohérent des statistiques des pêches intérieures et maritimes, observé au Québec, entre 1943 et 1955. L'interprétation de la figure 1 doit donc se faire avec réserve mais il est clair, du moins pour la fin du 19e siècle, qu'une forte corrélation négative existe entre la construction des ouvrages de contrôle de la rivière des Outaouais et la dégradation des pêches commerciales.

Un autre aspect négatif relié à la présence de barrages sur les voies de migration des aloses est le retard qu'ils entraînent aussi bien à la montaison qu'à la dévalaison (Moffitt et al. 1982). En plus des mortalités élevées enregistrées chez les adultes comme chez les juvéniles (Knapp et al. 1982), le franchissement d'une centrale à la dévalaison, par les jeunes aloses, représente un délai appréciable qui peut compromettre le retour en mer. En raison de la saison de croissance réduite qui s'offre aux aloses à la limite nord de la répartition géographique et à cause du refroidissement rapide des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent (El-Sabh 1979), le moindre retard lors de leur migration thalassique peut résulter en une véritable hécatombe. Les aloses juvéniles qui ne tolèrent pas de températures inférieures à 2.2°C et qui ne peuvent survivre que quelques heures entre 4 et 6°C (Chittenden 1972) auront donc à parcourir la distance qui les séparent du golfe en un intervalle de temps relativement court si elles ne veulent pas heurter une barrière thermique infranchissable à une ou l'autre des étapes de leur émigration.

La modification du patron original de migration des aloses dans les eaux de l'archipel de Montréal, suite à l'édification de barrages, a donc contribué, avec l'augmentation du degré de pollution des eaux et la surexploitation des stocks en certains moments, à réduire l'effectif des populations.

6.2 Quelques solutions possibles en vue d'une reconstitution des stocks d'alose

Les stocks d'alose de la région de Montréal sont donc présentement dans un état précaire. Cette situation est causée principalement par la dégradation, la disparition et l'inaccessibilité des habitats essentiels à l'espèce. Les récoltes excessives ont de plus amplifié le phénomène. Dans un document actuellement en élaboration, le ministère des Pêches et des Océans prévoit adopter une politique de gestion de l'habitat du poisson fondée sur le principe: "Aucune perte nette de productivité des habitats". L'articulation de cette politique est axée autour de trois buts qui sont par ordre de priorité: la conservation, la reconstitution et enfin l'aménagement de l'habitat du poisson (Ministère des Pêches et des Océans, 1983). Pour l'alose, il est clair que l'objectif de conservation est insuffisant. Il faut viser plus haut et s'attaquer à la reconstitution des habitats dégradés, voire même à aménager de nouveaux habitats.

L'exemple du programme instauré sur la rivière Connecticut par le "Connecticut River Anadromous Fish Restoration Program" (Moffitt et al. 1982) présenté au tableau synoptique (figure 26) peut servir de point de départ à l'élaboration pratique d'une stratégie. Le tableau 9 résume les différentes solutions exposées.

A partir du milieu des années 1800, des mesures de mitigation ont été appliquées sur la rivière Connecticut afin d'y reconstituer les effectifs originaux des stocks des espèces anadromes décimées par la construction d'ouvrages hydroélectriques. Un niveau minimal de captures commerciales a pu ainsi être maintenu jusqu'au milieu du 20e siècle. En 1967, la formation d'un comité interministériel chargé de la restauration du bassin de la rivière voyait le jour et visait, entre autres objectifs, à rétablir les stocks d'alose à un niveau de 2 000 000 d'individus. Les résultats confirment que la concertation des différents organismes a eu, hors de tout doute, un effet bénéfique sur l'augmentation des populations migratrices (tableau 10). Des efforts considérables ont été investis dans la construction de passes migratoires afin de réouvrir l'accès aux nombreuses frayères ancestrales. De plus, des sommes importantes ont été affectées à la dépollution des cours d'eau et à l'introduction de géniteurs dans des portions du bassin hydrographique maintenant accessibles.

Cinq voies différentes, basées sur la biologie de l'espèce et sur des implications sociales, constituent le fondement du programme de restauration de l'alose savoureuse dans la rivière Connecticut. Trois de ces actions impliquent l'installation de systèmes de franchissement des ouvrages de contrôle sur les voies de migration, à l'aller comme au retour des poissons. La réduction de la pression de pêche commerciale sur les rives du cours d'eau et l'amélioration de la qualité de l'eau contribuent aussi à augmenter le potentiel de reproduction de l'espèce.

6.2.1 Actions à prendre à court terme

La principale solution qui s'offre aux gestionnaires de la faune afin d'augmenter le stock d'alose savoureuse est de redonner le libre-accès aux habitats de prédilection de l'espèce. Plusieurs sites sur différents cours d'eau de la région de Montréal où des obstacles sont déjà en place ou sont prévus d'ici quelques années (figure 27) ont déjà été identifiés. L'impact que de telles structures

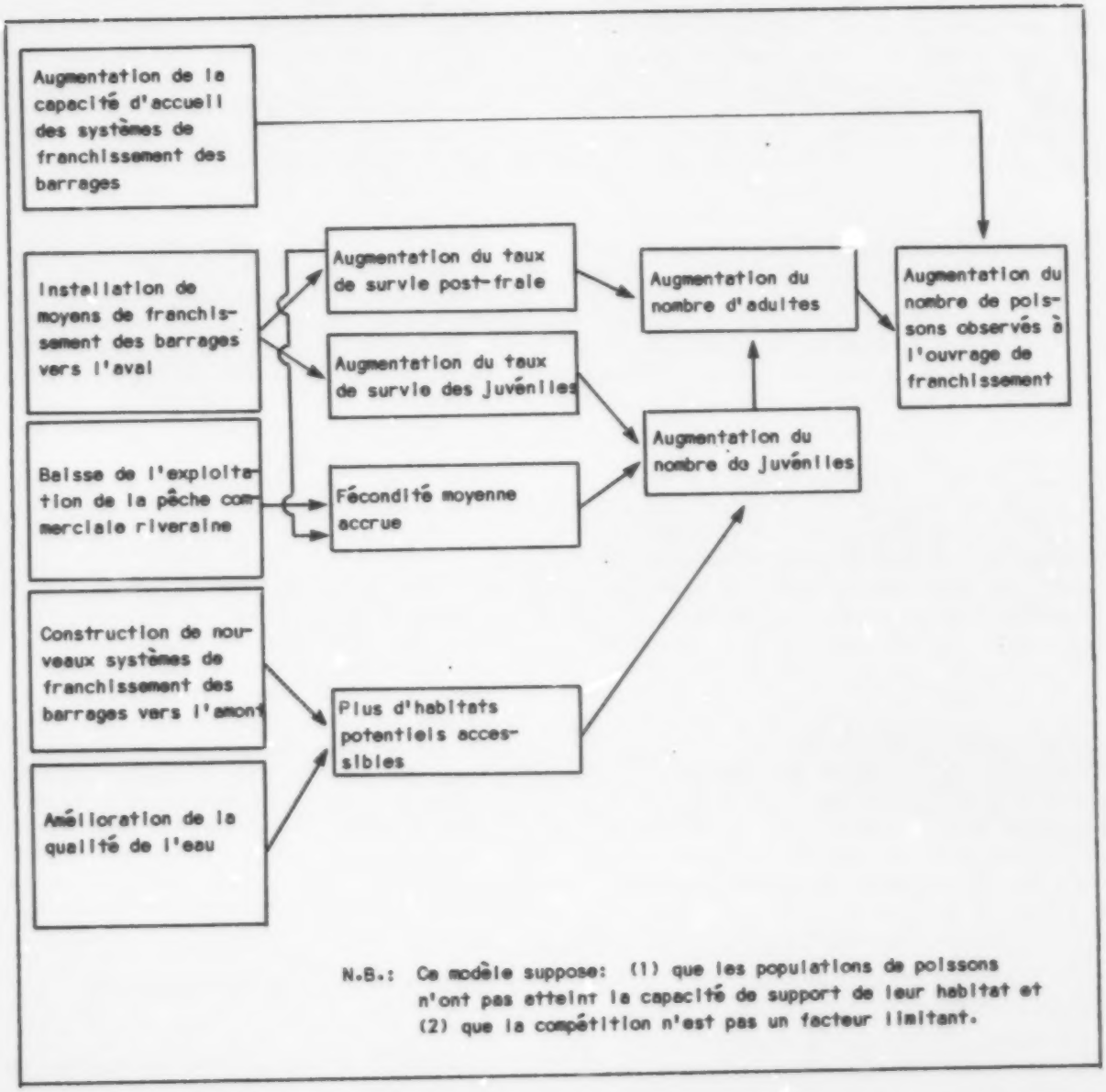


Figure 26: Modélisation proposée des facteurs susceptibles d'accroître le nombre de poissons aux ouvrages de franchissement des barrages.

A noter que tous ces facteurs ont été observés dans le cas de l'alose savoureuse au barrage de Holyoke (rivière Connecticut) où les migrants disposent d'un ascenseur (traduit de Moffitt et al. 1982).

Tableau 9. Perspectives d'augmentation du niveau des populations d'alose savoureuse de l'archipel de Montréal.

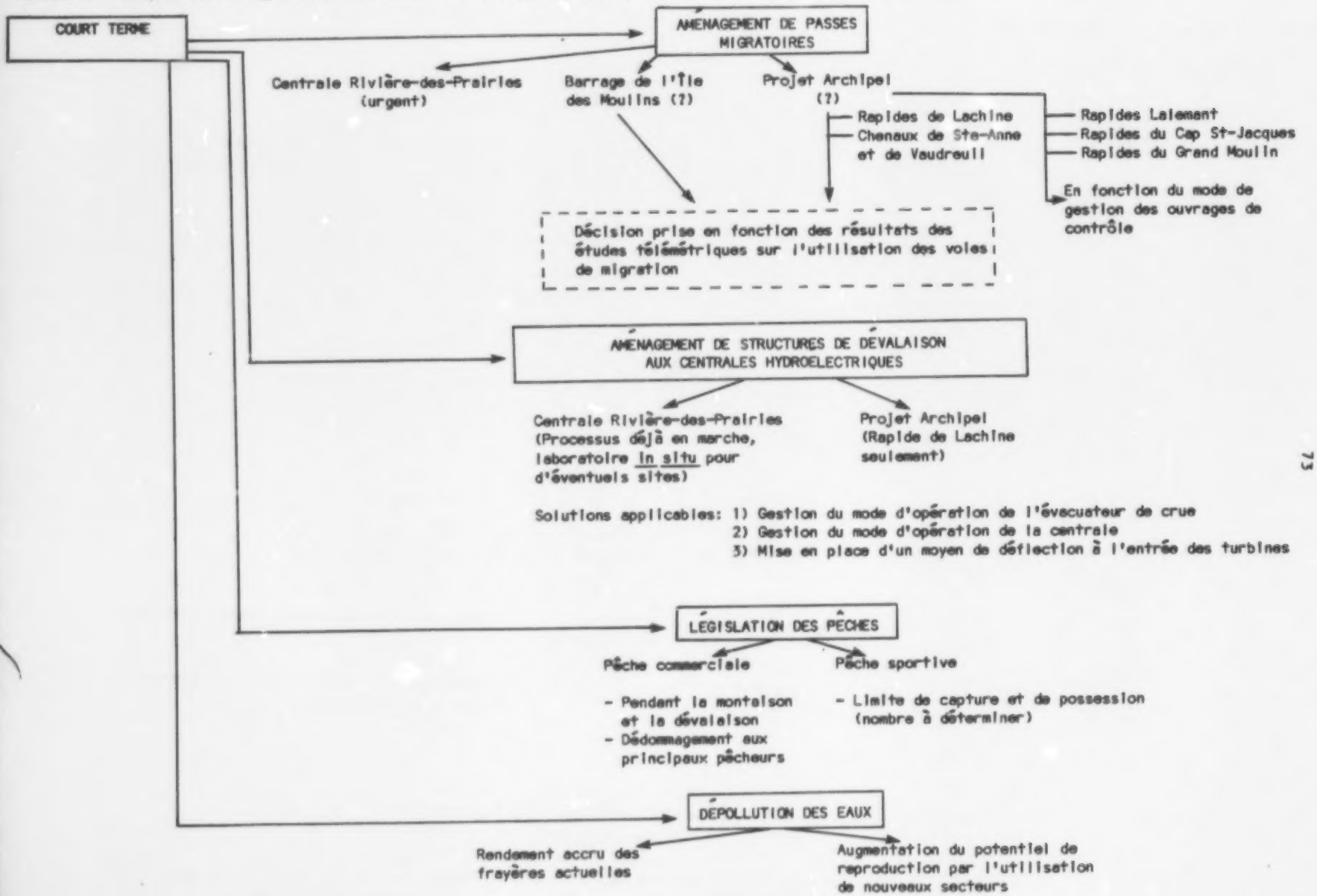


Tableau 9. Perspectives d'augmentation du niveau des populations d'alose savoureuse de l'archipel de Montréal. (suite)

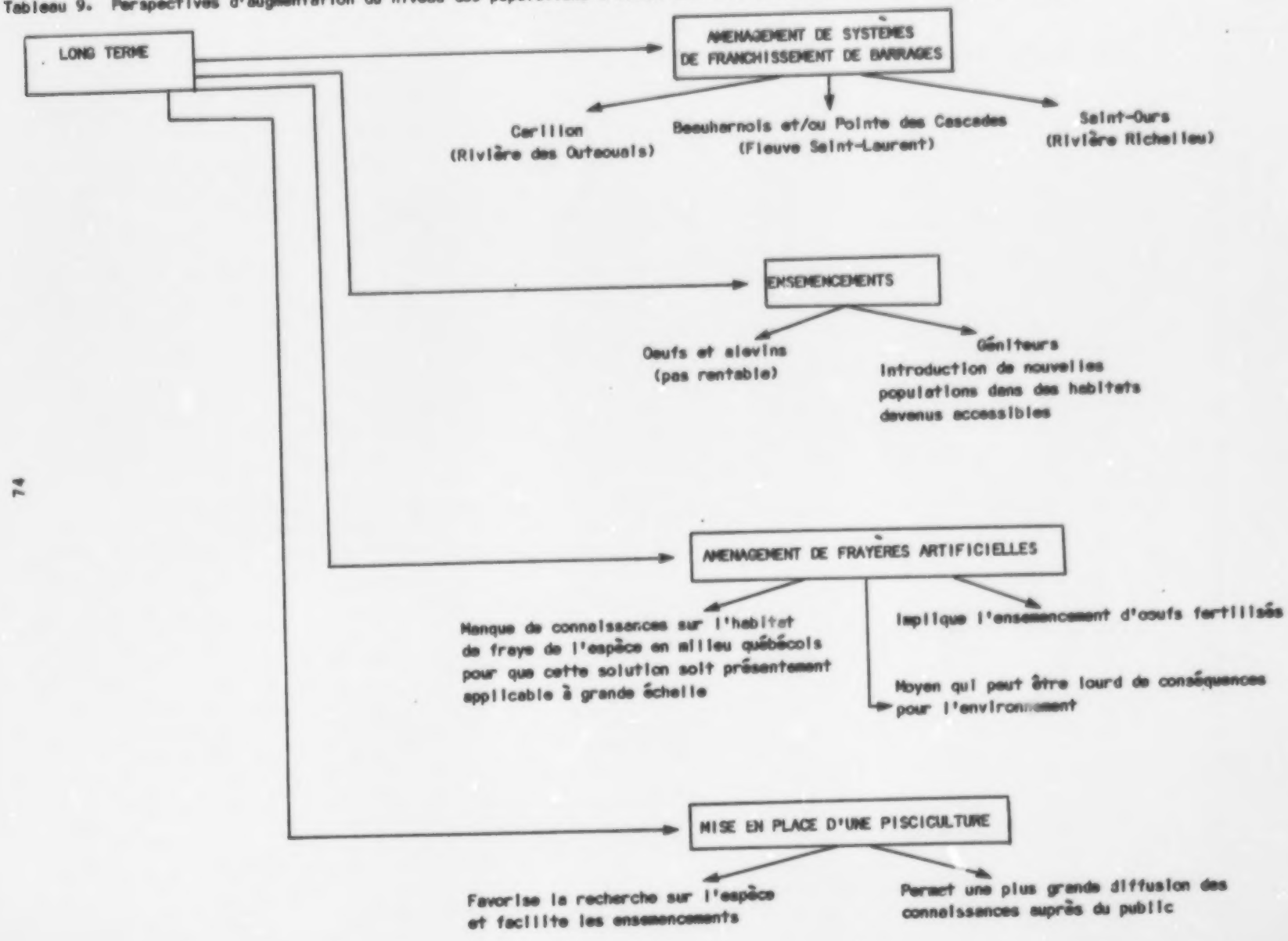


Tableau 10. Utilisation comparée par les espèces anadromes de l'ascenseur du barrage Holyoke, rivière Connecticut (d'après Moffitt et al. 1982).

ANNÉE	ESPÈCES CONCERNÉES				
	Alose savoureuse	Alose d'été	Lamproie marine	Saumon atlantique	Bar rayé
1955	4 900	0	0	0	0
1956	7 700	0	0	0	0
1957	8 800	16	0	1	0
1958	5 700	29	2	1	0
1959	15 000	20	73	0	0
1960	15 000	796	17	2	0
1961	23 000	1 200	42	0	0
1962	21 000	19	209	0	0
1963	30 000	32	64	0	0
1964	35 000	13	537	0	0
1965	34 000	53	26	0	0
1966	16 000	54	2	0	0
1967	19 000	356	46	0	0
1968	25 000	A	A	0	0
1969	45 000	10 000 B	A	0	0
1970	66 000	1 900	A	0	0
1971	53 000	302	A	0	0
1972	26 000	188	A	0	0
1973	25 000	302	A	0	0
1974	53 000	504	A	0	0
1975	110 000	1 600	23 000	1	0
1976	350 000	4 700	32 000	1	0
1977	200 000	33 000	52 000	2	0
1978	140 000	38 000	43 000	23	0
1979	260 000	40 000	31 000	19	103 C
1980	380 000	198 000	34 000	118	139 C
1981	380 000	420 000	53 000	319	510

A: Pas de dénombrement d'effectué
B: Estimé
C: Individus juvéniles

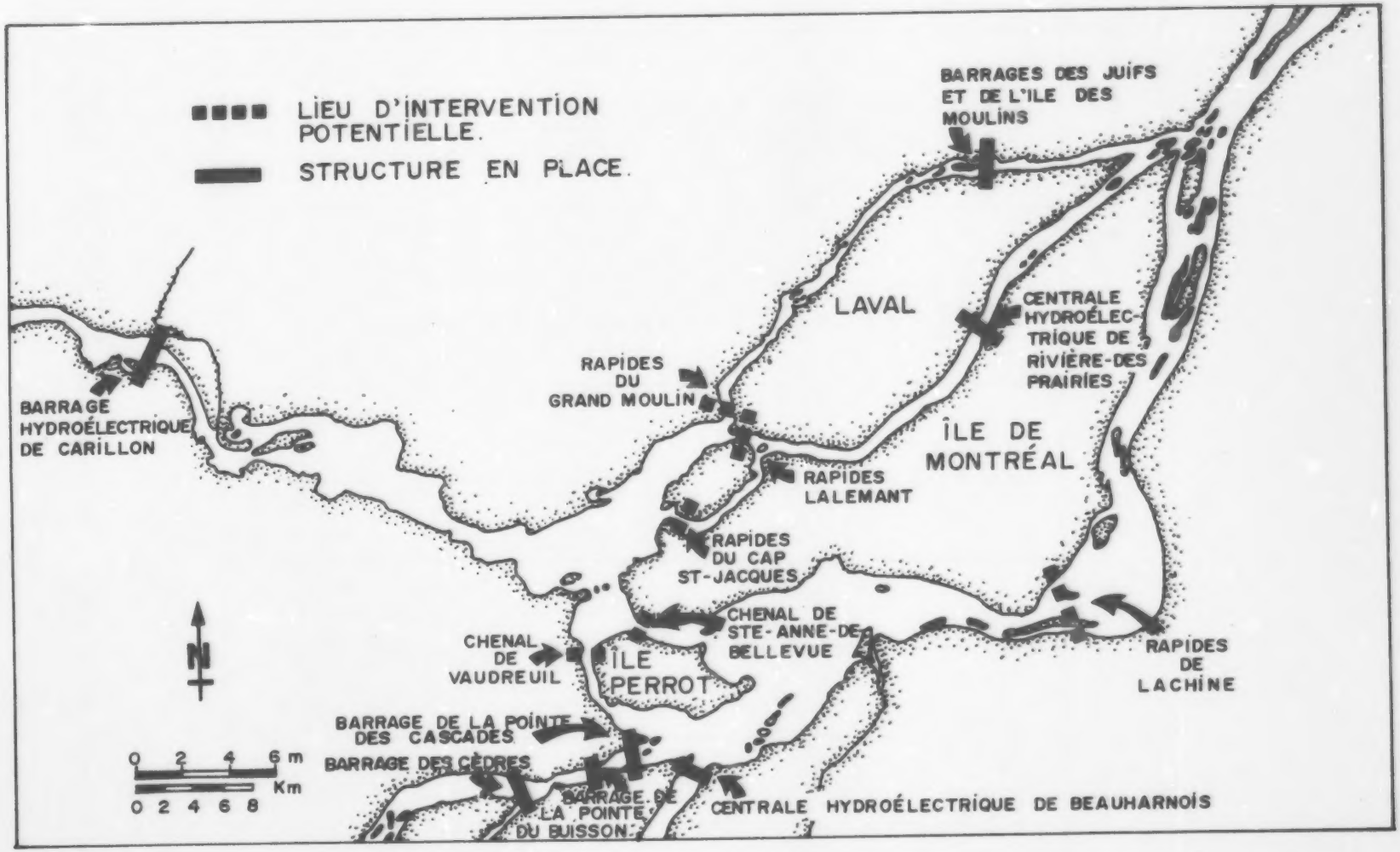


Figure 27: Régularisation des eaux de l'archipel de Montréal et site d'intervention potentielle (d'après Gouvernement du Québec 1981b).

engendrent sur la circulation et, éventuellement, sur la survie de l'alose est connu. Par conséquent, la mise en place de moyens de franchissement de ces obstacles s'avère le seul moyen qui permette d'augmenter sensiblement le niveau des populations dans un laps de temps relativement court.

6.2.1.1 La libre circulation

6.2.1.1.1 Rivière des Prairies

Compte tenu de l'appel d'eau créé à l'embouchure de la rivière des Mille Iles, le pourcentage d'aloses qui réussit à atteindre les principales aires de reproduction de la rivière des Outaouais et du lac des Deux-Montagnes varie d'une année à l'autre. La rivière des Mille Iles constitue la seule artère de communication encore partiellement libre d'obstacle et alimentée essentiellement, à sa source, par les eaux du lac des Deux-Montagnes. Ces variations inter-annuelles créent donc, en elles-mêmes, un moyen de régulation naturel de la population migratrice. Il n'en demeure pas moins que, sous un seuil encore indéterminé, l'alose ne semble pas être en mesure de localiser l'entrée de la rivière des Mille Iles. Il en résulte alors un succès de reproduction pratiquement nul pour le groupe de géniteurs qui a emprunté la rivière des Prairies à sa confluence avec le fleuve Saint-Laurent.

L'installation d'une passe migratoire au barrage hydroélectrique de Rivière-des-Prairies est le meilleur moyen d'assurer un passage vers l'amont aux aloses en quête d'un site de fraye. De tels travaux sont prioritaires puisque l'utilisation de la rivière des Prairies, en tant que voie de migration privilégiée, est un fait établi.

À la rivière des Prairies, lors de la construction initiale de la centrale en 1929, une échelle à poissons avait été installée, mais avait été emportée dès la première débâcle (Hydro-Québec 1983). Le nombre important de géniteurs présents à chaque printemps en aval de la centrale de Rivière-des-Prairies, particulièrement lors des années de faible crue et le fonctionnement des mécanismes du retour à la frayère natale, justifient l'urgence d'installer un système de franchissement du barrage.

L'article 20 de la Loi sur les Pêcheries stipule que "Tout barrage, glissoire ou autre obstacle en travers d'un cours d'eau ou dans un cours d'eau où le Ministre juge nécessaire, dans l'intérêt public, qu'il existe une échelle pour le poisson, doit être muni par le propriétaire ou l'occupant d'une échelle à poisson durable et efficace, ou passe migratoire contournant le barrage, la glissoire ou autre obstacle". Au Canada, la législation en matière de pêcheries et de passes à poissons est de juridiction fédérale. Bien que l'administration des pêcheries d'eau douce ait été déléguée par le gouvernement du Canada, au gouvernement du Québec, en vertu de l'entente de 1922, l'article 20 de la Loi n'a jamais été transféré. D'ailleurs, dans un avis légal en date du 31 octobre 1980, le gouvernement du Québec confirme que l'application du paragraphe 1 de l'article 20 de la Loi des Pêcheries était de compétence exclusive du ministère des Pêches et des Océans.

Le 23 août 1983, le ministère des Pêches et des Océans, après avoir consulté les ministères québécois de l'Environnemnt ainsi que du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, a avisé Hydro-Québec de l'obligation d'installer une passe à poissons à la centrale Rivière-des-Prairies. Suite à ces démarches, la construction d'une passe migratoire à seuils déversants, localisée en rive gauche, débutera en 1984 pour être opérationnelle au printemps 1985 (Hydro-Québec 1983).

L'aménagement d'une telle structure entraînera sûrement une augmentation du potentiel reproducteur de l'alose en permettant le libre accès aux frayères d'origine. À long

terme, une augmentation des captures pour les pêches commerciales intérieures et maritimes pourrait être perceptible. De même, la pêche sportive fournirait de meilleurs rendements à travers l'archipel montréalais, même si à court terme la présence de la passe devrait se traduire par une diminution du temps de séjour de l'alose à l'aval de la centrale. Cette structure pourra servir de laboratoire in situ pour l'acquisition de connaissances sur les mécanismes qui régissent le franchissement d'obstacles par l'alose dans nos eaux. Il serait intéressant de suivre quelques spécimens, à l'aide de radio-émetteurs, dès la première année de mise en opération de la passe, afin de localiser les habitats de fraye. L'installation, qui sera munie d'un bassin de capture, facilitera grandement l'obtention de spécimens pour établir la structure de la population, outil de base du gestionnaire des pêches.

La mise en place d'échelles à poisson constitue donc un premier pas vers une restauration des stocks. Cependant, un programme complet de mise en valeur d'une ressource doit tenir compte de tous les stades de développement de l'espèce. À ce titre, le barrage de Rivière-des-Prairies constitue certainement un facteur régulateur artificiel des populations d'alose de l'archipel de Montréal. Bien qu'aucun pourcentage de mortalité n'ait été proposé par Auger et al. (1983), le turbinage des jeunes aloses est un problème réel. Des études menées aux Etats-Unis sur la rivière Connecticut, ont démontré qu'entre 63 et 83% des clupéidés juvéniles (Alosa sapidissima et Alosa pseudoharengus) ne survivent pas au passage à travers une turbine de type "Kaplan", semblable à celles installées à la centrale de Rivière-des-Prairies. Le changement brusque de pression hydrostatique de l'extérieur à l'intérieur du canal de la turbine, ainsi que l'écaillage et l'abrasion des spécimens sur une grande surface du corps ont été identifiés comme les principales causes de ces taux de mortalité élevés par Knapp et al. (1982). Ils ont aussi noté que le taux de mortalité enregistré diminuait avec l'augmentation du niveau de production des turbines (figure 28).

À la rivière des Prairies, les chances qu'ont les jeunes aloses de passer par l'évacuateur de crue ou les crêtes déversantes, en période de dévalaison, sont pratiquement nulles à cause des faibles débits évacués à cette période de l'année (figure 29). Un système de franchissement du barrage vers l'aval, qu'il soit constitué d'un moyen de diversion menant à une glissoire ou basé sur un plan d'opération de la production de la centrale, en fonction des résultats contenus dans Knapp et al. (1982), devrait être appliqué dans un avenir immédiat. Il semble qu'Hydro-Québec envisage, dans un avenir rapproché, d'expérimenter divers systèmes de déflection dans le bief d'amont de la centrale afin d'arrêter son choix sur une solution applicable aux conditions environnementales des eaux de la rivière des Prairies (Richard Verdon, Hydro-Québec, comm. pers.).

6.2.1.1.2 Rivière des Mille Iles

Un passage du rapport de Gravel et Dubé (1980) illustre bien les conséquences que la restauration du barrage de l'Île des Moulins, près de Terrebonne, a pu entraîner sur l'efficacité du renouvellement des stocks d'alose de la région de Montréal:

> "Avec l'avènement, en 1979, d'un barrage restauré à l'Île des Moulins, on a recréé sur une plus petite échelle les conditions désastreuses qui prévalent en majuscule depuis 1929, dans la rivière des Prairies".

Compte tenu des mécanismes qui guident l'alose jusqu'à sa frayère natale et de la répartition des débits qui se fait en faveur du chenal nord de l'Île Saint-Jean (Gravel et Dubé 1980), une plus grande proportion de géniteurs devrait donc être attirée au pied du

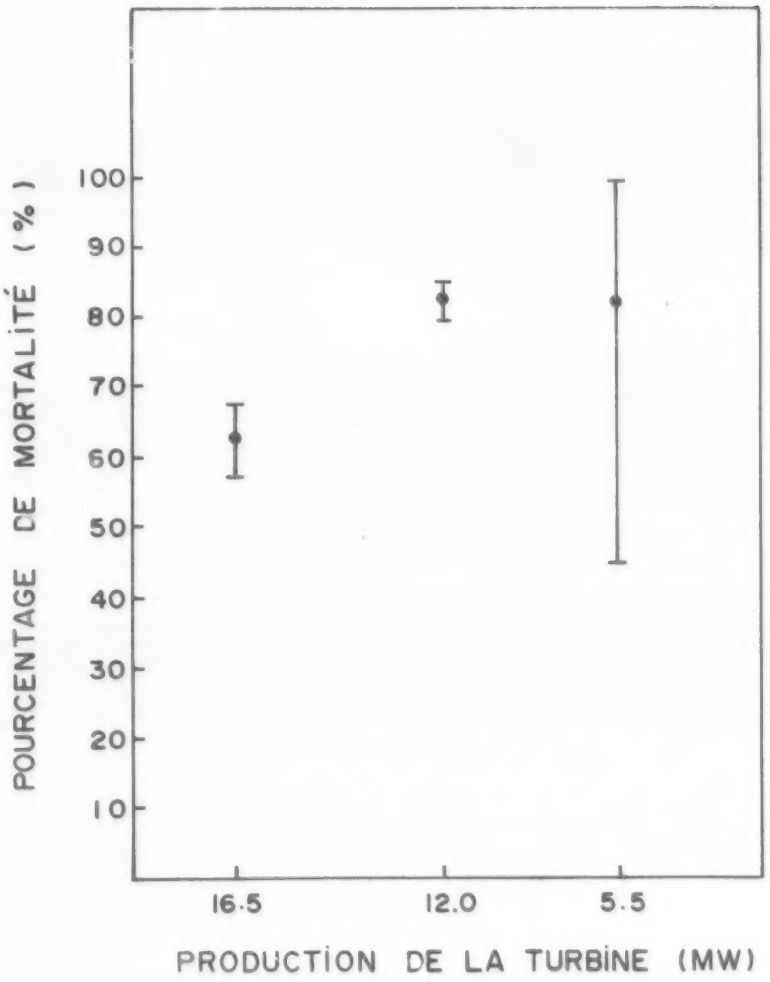


Figure 28: Mortalité des jeunes clupéidés en fonction de la production d'électricité développée, (turbine de genre Kaplan) (d'après Knapp et al. 1982).

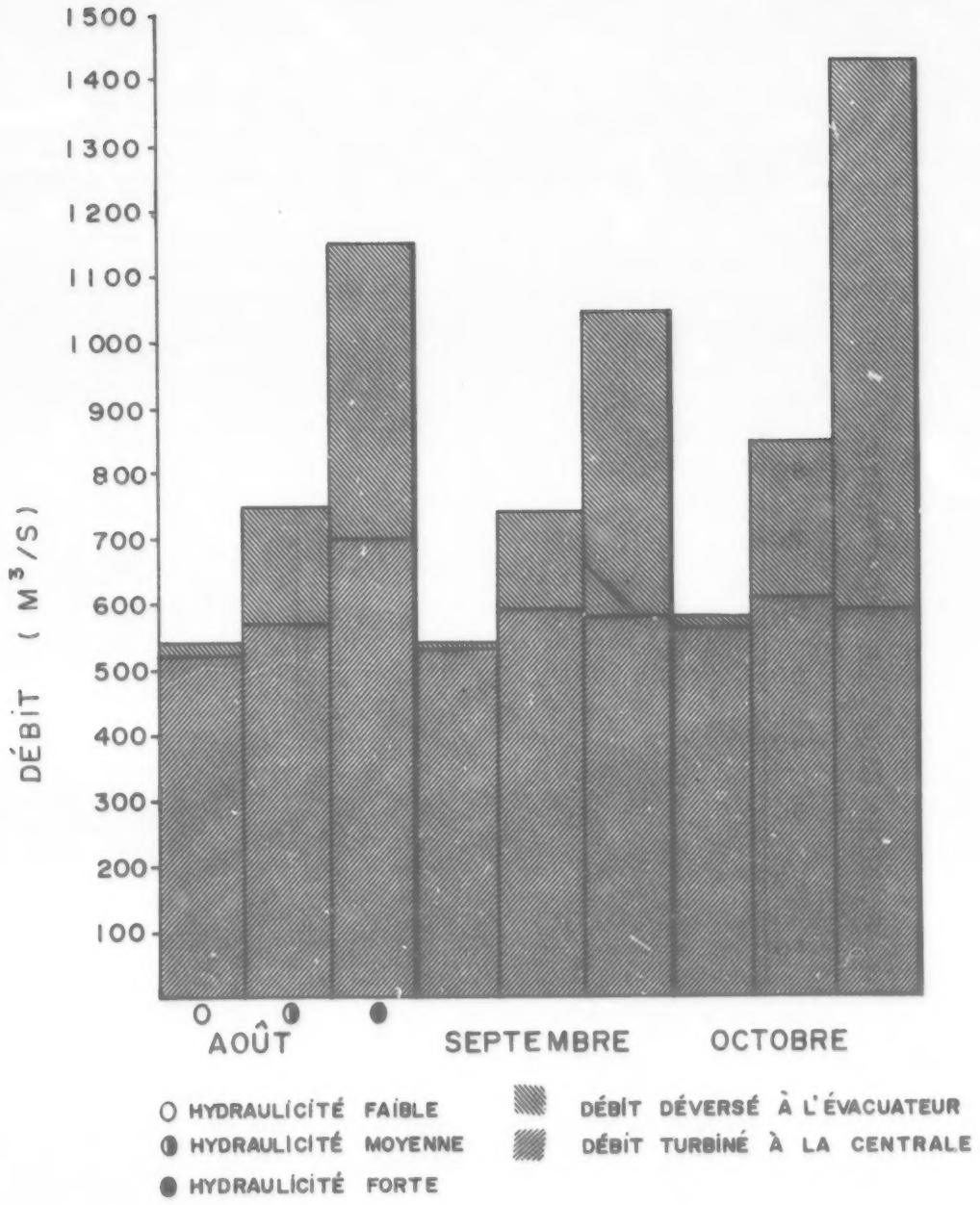


Figure 29: Débits mensuels moyens turbinés et déversés à la centrale hydroélectrique Rivière-des-Prairies, (1949 à 1982) (d'après Hydro-Québec 1983).

barrage de l'Île des Moulins (figure 2) lors de la montaison printanière. Cependant, Leclerc (1983) a observé de plus grandes concentrations d'aloses en aval des ruines de l'ancien barrage des Juifs qui, jadis, reliait la rive de Terrebonne à celle de Saint-François (figure 20). C'est à l'aval de cette structure que les plus grandes vitesses de courant ont été enregistrées par Provost et Fortin (1982). Même si, selon Gravel et Dubé (1980), un débit plus grand est évacué par le bras nord, l'appel d'eau du chenal sud provoque une présence plus considérable de l'alose à cet endroit qu'à proximité du barrage de l'Île des Moulins. Une étude télémétrique localiserait précisément ce couloir de montaison.

Des aloses, parvenant, sous certaines conditions, à franchir les ruines du barrage des Juifs, la mise en place d'une passe migratoire reste donc difficile à justifier a priori dans le cas du barrage de l'Île des Moulins. Toutefois, l'érection d'une passe migratoire à la centrale hydroélectrique de Rivière-des- Prairies modifie les conditions originales. Comme le déclare Leclerc (1983), l'installation d'une passe migratoire au barrage d'Hydro-Québec aura, ultérieurement, pour effet secondaire, d'augmenter la densité d'alose dans la rivière des Mille Iles puisque, jusqu'à preuve du contraire, les aloses des rivières des Prairies et des Mille Iles constituent une seule et même population. L'augmentation du stock, provoquée par l'ouverture de la rivière des Prairies, favorisera subséquemment une hausse de la densité de géniteurs qui recherchent l'accès à leur frayère au pied du barrage de l'Île des Moulins. Cette présence justifiera, à ce moment-là, l'investissement nécessaire à la construction d'une échelle à poisson.

Récemment, une entente officielle est intervenue entre les gouvernements fédéral et provincial pour l'application de mesures de régularisation des débits de la rivière des Mille Iles (Paul Meunier - Ministère de l'Environnement du Québec, Comm. pers.). Une des phases importantes de ce projet est la construction d'un barrage au niveau du rapide du Grand Moulin à la sortie du lac des Deux-Montagnes (Shawinigan 1981) (figure 27). Or, Leclerc (1983) établit que la probabilité qu'a l'alose d'atteindre l'exutoire du lac des Deux-Montagnes au moment d'un relèvement des vannes à bascule du futur barrage, est de l'ordre de 0,04 (pour un débit plus grand que 708 m^3/s). Advenant une obligation d'opérer l'ouvrage de contrôle pendant la montaison de l'alose, les vannes pourraient être relevées jusqu'à une hauteur de 0,3 m (pour un débit de 916 m^3/s) sans créer des vitesses de courant de plus de 3 m/s en aval de la structure. L'alose peut négocier des vitesses de courant de plus de 4 m/s sur de très courtes distances (Weaver 1965). Cependant, l'état physiologique lors de la montaison est proportionnel au stress démontré par les aloses face au franchissement de seuils où prévalent de forts courants. Affaiblies par leur longue migration et par les autres facteurs associés à la période de fraye, les aloses des eaux de la région de Montréal ne seraient pas en mesure d'accéder à leurs frayères et ce, à cause de la présence d'obstacles naturels infranchissables lors de conditions hydrologiques précises.

Leclerc (1983) mentionne que pour des années où de fortes crues (916 m^3/s et plus) se prolongent jusqu'aux premiers jours de juin, l'alose pourrait être stoppée dès son arrivée au barrage des Juifs, à la hauteur de l'Île Saint-Jean. En 1982, des vitesses de courant de 2,6 m/s ont été mesurées le 21 mai en aval des ruines du barrage des Juifs alors que le débit a été évalué à seulement 150 m^3/s au même moment (figure 16) (Provost et Fortin 1982). En 1983, aux derniers jours de mai, un débit d'environ 650 m^3/s a été enregistré pour la rivière des Mille Iles (Leclerc 1983). Les vitesses de courant ont été estimées à 4 m/s et plus dans le chenal sud de l'Île Saint-Jean. Ce phénomène pourrait expliquer le regroupement d'un grand nombre d'aloses génésiques en aval du barrage des Juifs.

Leclerc (1983) rapporte aussi de grandes concentrations d'aloses dans les contre-courants latéraux qui longent la jetée de l'ancien canal au pied du barrage des Juifs. Quelques pêcheurs, peu scrupuleux, capturaient l'alose à l'épuisette à cet endroit. Les pêches peu fructueuses effectuées à une même période aux rapides du Grand Moulin à Deux-Montagnes, témoignent d'un passage difficile et partiel de la population d'alose à la hauteur de Terrebonne. A des débits de l'ordre de 916 m^3/s et plus, les vitesses de courant deviennent trop grandes pour les capacités physiques de l'alose savoureuse et le moindre obstacle rencontré compromet la montaison.

Puisque la probabilité d'obtenir des débits qui engendrent un passage difficile des aloses au rapide du Grand Moulin au début du mois de juin est peu élevée et que, ce phénomène se produit fort probablement à l'aval du barrage des Juifs à des débits moindres que 916 m^3/s, il est plus pertinent d'envisager la mise en place d'une structure qui facilite l'ascension de la rivière à la hauteur de Terrebonne plutôt qu'à Deux-Montagnes. Une étude radio-télémétrique permettrait de localiser exactement le site optimal de la passe migratoire. Ainsi, simultanément, la répartition du groupe de géniteurs marqués en fonction des débits de chacun des chenaux de l'Île Saint-Jean serait vérifiée. Le degré d'utilisation du chenal sud se préciserait. Enfin, le comportement de l'alose face aux vitesses de courant rencontrées en aval du barrage des Juifs serait défini.

Avec la construction d'un second ouvrage de contrôle du niveau des eaux de la rivière des Mille Iles, le promoteur de ces projets, soit le ministère de l'Environnement du Québec, devrait prendre en considération la nécessité de faciliter le passage de l'alose savoureuse sur sa principale voie de migration actuelle dans l'optique d'une reconstitution des stocks de l'archipel montréalais à un niveau acceptable. L'utilité du barrage de l'Île des Moulins n'est d'ailleurs pas clairement établie.

Compte tenu de l'utilisation des chenaux sud et nord de l'Île Saint-Jean, une solution à envisager serait de faire disparaître complètement les ruines du barrage des Juifs afin d'élargir le couloir où s'engouffrent les eaux de la rivière, pour y diminuer ainsi les vitesses du courant. Une deuxième possibilité, complémentaire à la première, serait de rouvrir le tronçon entre la rive nord de l'Île des Moulins et la rive gauche de la rivière des Mille Iles (figure 20) qui est présentement complètement obstrué. Un appel d'eau suffisamment grand permettrait à une bonne proportion d'alose d'emprunter ce passage et d'accéder à l'amont du barrage. Le ministère de l'Environnement du Québec n'aurait qu'à contrôler cette sortie d'eau du bassin créée par le barrage de l'Île du Moulin de façon à y maintenir un niveau acceptable en dehors de la période de migration de l'alose.

6.2.1.1.3 Sites potentiels d'intervention touchés par le projet de régularisation des eaux de l'archipel de Montréal

Dans un avenir plus ou moins rapproché, plusieurs secteurs sont visés par la réalisation du Projet Archipel (figure 27). Il est prévu d'établir des seuils fixes aux rapides de Lalemant et du Cap Saint-Jacques, à la tête de la rivière des Prairies. Si la construction d'une passe migratoire au niveau du barrage d'Hydro-Québec s'effectue d'ici peu, les ouvrages de contrôle des deux émissaires de la plus grosse rivière de la région de Montréal constitueront probablement, à leur tour, un obstacle aux migrations de l'alose savoureuse. Si le plan d'opération des futurs barrages est semblable à celui prévu pour l'ouvrage du rapide du Grand Moulin près de Deux-Montagnes, la compatibilité de la ressource "alose" et du contrôle des eaux pourrait toujours exister sous certaines conditions hydrologiques.

Quant aux déversoirs prévus à deux des exutoires du lac des Deux-Montagnes, soit les

chenaux de Sainte-Anne et de Vaudreuil, l'impact du problème sur la migration de l'alose reste encore à préciser. L'importance de l'utilisation du couloir fluvial est encore mal définie. La mise en place du système de franchissement au barrage de Rivière-des-Prairies aura pour effet secondaire d'augmenter aussi la densité d'aloses savoureuses qui remonteront jusqu'aux frayères par le fleuve Saint-Laurent plutôt que par les rivières des Prairies ou des Mille Iles. Dans cette optique, le projet de construction d'une centrale hydroélectrique dans les rapides de Lachine pose aussi de sérieux problèmes à la montaison des migrateurs. De plus, puisque 40 à 50% (selon qu'il s'agit d'un débit de crue ou d'étiage) des débits en provenance de la rivière des Outaouais sont recueillis par le lac Saint-Louis via les chenaux de Saint-Anne et de Vaudreuil (Gouvernement du Québec, 1981a), il est probable que la répartition des aloses juvéniles issues des aires d'engraissement se fasse, au niveau du tronçon fluvial des rapides de Lachine, de façon proportionnelle au volume d'eaux brunes au moment de la dévalaison. Une étude détaillée de la biologie des jeunes stades de développement de l'alose savoureuse dans les eaux de la région de Montréal certifierait cette assertion. Des structures qui permettent la montaison et la dévalaison doivent être envisagées lors de l'aménagement hydroélectrique des rapides de Lachine et ce, en tenant compte des exigences physiologiques de l'alose savoureuse. Tous ces projets sont soumis aux exigences d'études et d'examens des répercussions sur l'environnement et c'est à cette étape qu'il faudra intervenir.

6.2.1.2 Contrôle des pêches commerciales et sportives

Au Québec, il est difficilement possible d'évaluer l'impact des pêches commerciales et sportives sur les populations d'alose. Au niveau commercial, peu de pêcheurs se donnent la peine de consacrer un effort soutenu pendant la période de montaison. L'alose figure plutôt au sein des captures "accidentelles". La pêche sportive est pratiquée presque essentiellement au pied des barrages de Rivière-des-Prairies et de l'Île du Moulin en raison de l'agrégation de géniteurs à ces deux endroits. L'impact de l'exploitation commerciale a déjà pu être le facteur discriminant pour la survie de l'espèce. Le prélèvement d'un certain pourcentage d'aloses couplé aux prises sportives constitue certainement, encore aujourd'hui, un effet adverse au bon maintien des populations.

Puisque les méthodes de pêche commerciale généralement utilisées sont non-sélectives et difficiles à réglementer, et que les débarquements d'alose savoureuse des dernières années n'ont jamais totalisé plus de quelques milliers de dollars (figures 1 et 30), des mesures compensatrices de remboursement des quelques pêcheurs commerciaux en retour d'un arrêt complet des captures pendant la période de montaison et de dévalaison de l'alose pourraient être envisagées. Se basant sur l'expérience de nos voisins du sud (Moffitt et al. 1982) et sur le potentiel reproducteur que possède l'alose savoureuse, une telle mesure d'aménagement, de concert avec d'autres actions applicables (passes migratoires, législation de la pêche sportive, etc.), permettrait de reconstituer le stock à un niveau acceptable d'ici une dizaine d'années. La pêche sportive pourrait être contrôlée comme sur la côte atlantique: une limite quotidienne de prise de cinq aloses et une limite de possession de dix spécimens. La courte présence de l'alose en milieu métropolitain ne justifie pas l'établissement d'une réglementation sur la saison de pêche.

6.2.1.3 Dépollution des eaux

Une autre facette de la mise en valeur du potentiel reproducteur des populations d'alose est la mise sur pied d'un programme de dépollution des eaux de l'archipel de Montréal. D'ici quelques années, la qualité de l'habitat devrait s'améliorer avec l'exploitation de l'usine de traitement des eaux usées de la

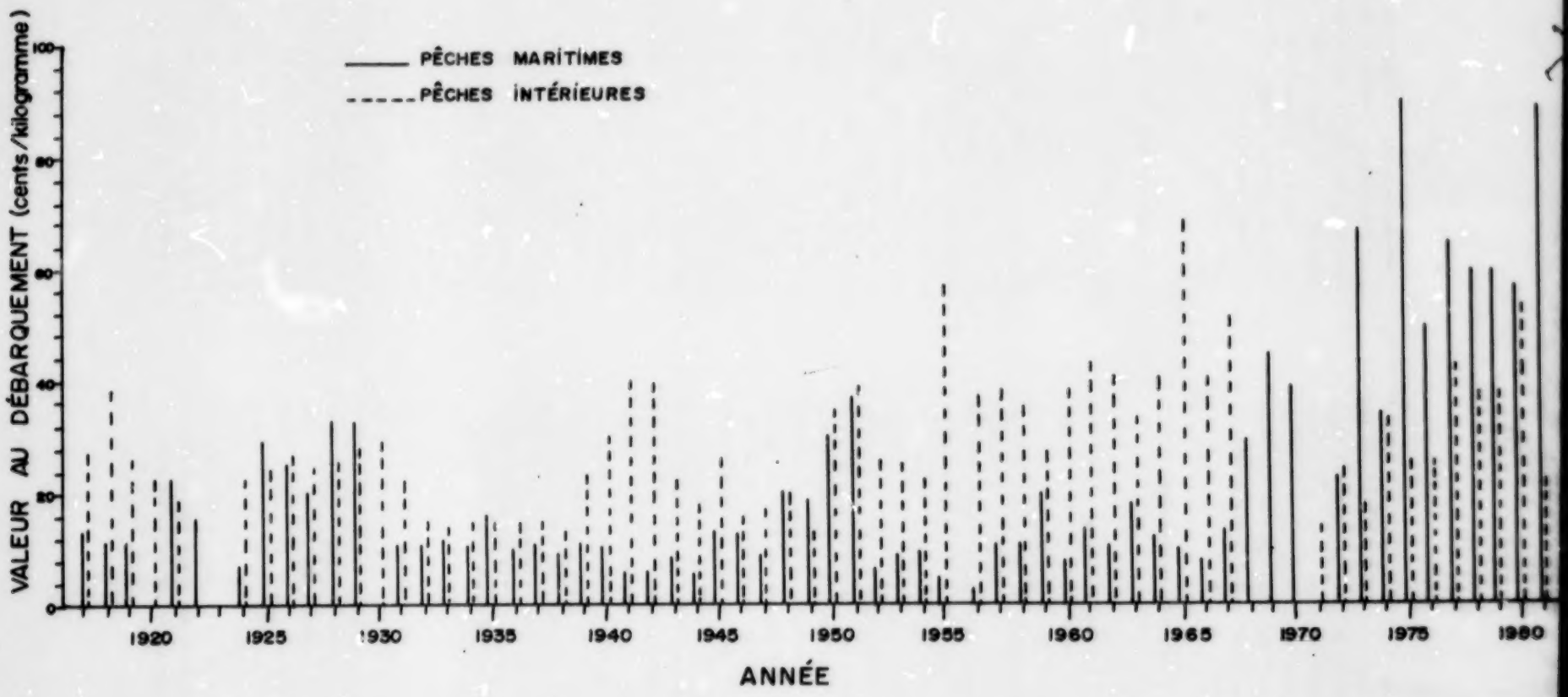


Figure 30: Valeur au débarquement de l'alose savoureuse (1917 à 1981) (données fournies par le Bureau de la Statistique du Québec).

Communauté Urbaine de Montréal et de celles des municipalités le long du fleuve, de la rivière des Outaouais et de leurs nombreux tributaires. En plus de revaloriser la qualité des milieux exploités actuellement par l'alose, le programme augmentera sûrement le potentiel des habitats ignorés jusqu'à présent ou abandonnés dans le passé par l'espèce. D'ailleurs, la remontée des stocks d'alose savoureuse de la rivière Connecticut est attribuée en partie à la dépollution du cours principal et des tributaires (Moffitt et al. 1982).

6.2.2 Actions à prendre à long terme

6.2.2.1 Accessibilité à de nouveaux habitats

6.2.2.1.1 Barrage hydroélectrique de Carillon

L'alose remontait jusque dans la région d'Ottawa avant la mise en place d'une série de petits barrages, vers les années 1880, entre Carillon et Grenville. L'article de MacDonald (1938) mentionne la présence d'importantes captures en certains points de la rivière des Outaouais situés en amont du présent barrage d'Hydro-Québec. Certains auteurs ont aussi identifié la pollution des frayères comme facteur responsable de la baisse marquée du nombre d'aloses en amont de Pointe-Fortune (Wright 1882; Nash 1908; Hakett 1914 in Dymond 1939). L'industrie des pâtes et papiers a condamné plus d'une espèce ichtyenne de la rivière des Outaouais.

L'inventaire du potentiel de la rivière des Outaouais, en amont du barrage de Carillon, serait à effectuer dans l'optique d'une reconstitution d'habitats. Si une gestion éclairée amenait une remontée des stocks, l'utilisation des habitats actuellement fréquentés par l'alose deviendrait excessive et il faudrait alors envisager la réutilisation des habitats abandonnés en amont de Carillon.

L'existence, à l'extrémité nord de la centrale de Carillon, d'une écluse pour la navigation de plaisance présente certains avantages pour le franchissement du barrage par l'alose. Le bon fonctionnement d'un tel système a d'ailleurs déjà été souligné par Larinier (1977) et Lavoie (1983) et il peut être possible d'en optimiser l'usage pour assurer la montaison de l'alose.

6.2.2.1.2 Canal de Beauharnois et tronçon de Coteau-du-Lac à Pointe-des-Cascades

L'instinct séculaire de l'alose a toujours poussé celle-ci à remonter les eaux brunes du fleuve Saint-Laurent plutôt que les eaux vertes du lac Saint-François. De même, l'insuccès des pêches expérimentales effectuées par le Service de la Faune (M.L.C.P.) de Montréal et l'absence de spécimens juvéniles dans les inventaires ichtyologiques du lac Saint-François (Mongeau, 1979), tendent à démontrer l'absence de fraye d'alose dans ce milieu aux conditions physico-chimiques particulières.

L'introduction de géniteurs en amont de la centrale de Beauharnois et des nombreux barrages du couloir situé entre Coteau-du-Lac et Pointe-des-Cascades signifierait une augmentation considérable en terme d'habitats qui présentent un potentiel de fraye pour l'alose. Gravel et Pageau (1976) soulignent d'ailleurs la qualité exceptionnelle des eaux du Saint-Laurent au niveau du lac Saint-François. La présence de nombreux tributaires et leur potentiel pour la reproduction d'espèces telles l'achigan à petite bouche et le doré jaune témoignent aussi de la qualité de ces milieux qui pourraient se révéler favorables à la multiplication de l'alose. L'installation de systèmes de franchissement de barrages serait requise à la centrale hydroélectrique de Beauharnois pour permettre l'accès au lac Saint-François. Par contre, une opération différente des ouvrages de contrôle du débit et du niveau des différents bassins successifs d'eaux vives aménagés dans le lit original du

fleuve rendrait accessibles plusieurs milieux lotiques susceptibles d'être utilisés par l'alose (et plusieurs autres espèces) pour frayer. Pour des raisons de sécurité, ces bassins sont asséchés en hiver. Il s'agirait de retarder la fermeture des ouvrages qui permettent le remplissage de ces bassins afin de permettre à l'alose d'y accéder. Ces deux solutions, qui ne s'excluent pas, méritent d'être examinées de près.

6.2.2.1.3 Barrage de Saint-Ours, rivière Richelieu

Des aloses savoureuses juvéniles récoltées par le personnel du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche les 4 et 5 août 1970 à Saint-Roch, Saint-Ours et Saint-Joseph-de-Sorel (figure 18) constituent un indice de l'existence possible d'une frayère dans ce secteur. La capture d'un premier spécimen adulte à la hauteur du bassin de Chambly en juin 1984 (Jean-René Mongeau, Comm. pers.) est une autre indication qu'un certain pourcentage des migrants emprunte la rivière Richelieu lors de la montaison de fraye. Une vérification de l'utilisation du secteur en temps de fraye, compris entre Saint-Joseph-de-Sorel et le bassin de Chambly, devrait être effectuée. Le libre-accès au secteur amont du barrage de Saint-Ours ouvrirait une autre voie de migration d'importance et permettrait d'entrevoir des perspectives encourageantes pour la régénération des populations d'alose du Québec et de leurs habitats.

6.2.2.2 L'ensemencement

L'ensemencement d'oeufs et d'alevins a déjà été employé, par le passé, comme technique de restauration de certaines populations d'alose savoureuse. Compte tenu des efforts investis, les résultats obtenus ont cependant été mitigés, tant aux Etats-Unis (North 1891; Walburg et Nichols 1967) qu'au Canada (Prince 1912). Sur la rivière Connecticut, l'ensemencement de millions d'oeufs est encore fréquemment employé pour introduire de nouvelles populations en divers tributaires (DiCarlo 1979). De nombreuses recherches en pisciculture, qui traitent de divers aspects de l'élevage des jeunes aloses, se poursuivent encore de nos jours (Andrews et al. 1978). Toutefois, comme le suggère Jessop (1975), l'énergie investie dans un programme d'aquaculture est souvent peu rentable comparativement à ce qui s'obtient en milieu naturel.

Une méthode couramment employée pour redonner à une région son potentiel antérieur, est l'introduction de géniteurs au site à aménager. Une application de cette méthode est présentée par Larinier et Travade (1981) sur la rivière Connecticut, où plusieurs milliers d'adultes ont été introduits en amont du barrage de Vernon. Ces poissons avaient été piégés au barrage d'Holyoke et transportés par camion. La construction d'une passe migratoire à Vernon n'avait pas entraîné les résultats escomptés. Même si de nouveaux secteurs avaient été rendus accessibles, l'alose ne semblait pas motivée à migrer en amont du secteur où elle était née. Les responsables du projet de restauration de la Connecticut ont opté pour l'implantation d'un certain nombre de géniteurs, afin d'obtenir de ces derniers un succès de reproduction. De cette façon, le fonctionnement de la passe a pu être amorcé grâce au retour d'adultes nés en amont du bassin. Plusieurs tributaires du fleuve Saint-Laurent ainsi que des lacs Saint-Louis et des Deux-Montagnes pourraient bénéficier de cette approche.

6.2.2.3 L'aménagement de frayères artificielles

La création de frayères artificielles est aussi un élément de solution pour augmenter l'effectif des populations d'alose. La structure artificielle récemment aménagée à partir de matériaux de dragage à Carillon, n'a pas encore donné les résultats escomptés pour l'alose savoureuse, mais a tout de même été

utilisée par plusieurs autres espèces ichtyennes telles les meuniers, les dorés et l'esturgeon de lac (Environnement illimité 1983). Les caractéristiques des habitats de reproduction de l'alose sont encore mal définies. Les conditions biophysiques des futurs sites à aménager doivent, par conséquent, être documentées davantage. La création de frayères artificielles est coûteuse et doit être envisagée plutôt comme une mesure de mitigation.

6.2.2.4 La mise en place d'une pisciculture

Il est évident que l'ensemencement d'oeufs et d'alevins ou l'introduction de géniteurs dans de nouveaux secteurs à ouvrir pour l'alose seraient favorisés par l'aménagement d'une pisciculture dans l'archipel montréalais. Les établissements de ce type, présentement en opération au Québec, sont plutôt axés vers la production de salmonidés. En plus de fournir les produits requis (oeufs, alevins, géniteurs), l'implantation d'une pisciculture vouée au moins partiellement à l'alose aurait l'avantage de provoquer certaines recherches et permettrait l'acquisition de nouvelles données sur l'espèce.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord le personnel de la bibliothèque du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche de Montréal. Nous tenons aussi à souligner la collaboration de Chantal Roy, Marcel Bernard et Jean Scrosati, Gilles Roy, Jean-René Mongeau et Jacques F. Bergeron du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Richard Verdon et Roger Larivière d'Hydro- Québec, Guy Deschamps du Secrétariat Archipel, Jacques Leclerc de la firme Bic-Conseil Inc., Gisèle Boudreault du bureau de la Statistique du Québec, Gilles Desjardins de l'Université du Québec à Montréal, Gilles Guay de la firme Environnement illimité, Lionel Corriveau, Christine Roy, Lise Faucher et Danielle Bastien du ministère des Pêches et des Océans Canada.

A toutes ces personnes qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport, nous exprimons toute notre gratitude.

7. BIBLIOGRAPHIE

7.1 Ouvrages cités

Andersen, A. et M. Gagnon. 1980. Les ressources halieutiques de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat., 119: iv + 56 p.

Andrews, J.W., T. Murai and M.A. Fleetwood. 1978. Aquaculture of American shad. Comp. Rep. GA. Dep. Nat. Resour. 62 p.

Anonyme. 1983. Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards (A.S.T.M.S.) - Construction. Vol. 04.08, Soil and Rock; Building stones. Designation: D-422-63, pp. 115-125.

Association pour l'aménagement de la rivière des Prairies. 1982. Centrale Rivière-des-Prairies - Projet de remplacement de l'évacuateur de crue et d'creusement d'un haut-fond. Mémoire présenté au Bureau des Audiences publiques. 60 pages + Annexes.

Auger, D., J. Provost et R. Fortin. 1983. Dévalaison des aloses juvéniles à la centrale Rivière-des-Prairies en 1983. Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. Etude réalisée pour le compte de la Vice-Présidence Environnement d'Hydro-Québec. 70 p.

Barlow, G.W. 1961. Causes and significance of morphological variation in fishes. Syst. Zool. 10: 105-117.

Beauvais, D., M. Giguère et R. Morneau. 1979. Projet Carillon - Surveillance bio-écologique. Hydro-Québec, Direction de l'Environnement. 15 p.

Bell, C.E. and B. Kynard. 1983. Mortality of adult American shad resulting from turbine passage at a hydropower facility. Abstracts of the 1983 Northeast Fish and Wildlife Conference.

Bergeron, J. 1977. Les poissons et les mollusques. Rapport soumis au Comité d'Etude sur le fleuve Saint-Laurent par le ministère de l'Industrie et du Commerce. Rapp. Tech. 4: 1-56.

Bigelow, H.B. and W.C. Schroeder. 1953. Fishes of the Gulf of Maine. U.S. Fish and Wildl. Serv. Fish. Bull. 53: 1-577.

Bigelow, H.B. and W.C. Welsh. 1925. Fishes of the Gulf of Maine. Bull. U.S. Bur. Fish. 40 (part 1): 1-567.

Bouchard, D. 1976. Localisation des frayères des principales espèces de poissons d'intérêt sportif et commercial dans le fleuve Saint-Laurent (Phase I). Service de la recherche biologique à Montréal, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Rapport réalisé pour le Comité d'Etude sur le fleuve Saint-Laurent. 175 p.

Brundritt, J.K. 1963. The dual nature of lake St.Louis, Quebec. Thèse de maîtrise, Faculté des Sciences, Université de Montréal. 110 p.

Carscadden, J.E. 1972. Ecology and population characteristics of American shad in Canadian Atlantic coast rivers. Final report for Environment Canada, 82 p.

Carscadden, J.E. and W.C. Leggett. 1973. Ecology and population characteristics of American shad in rivers of New Brunswick. Department of Biology, McGill University, Final report for Environment Canada Fisheries Services, Halifax, 121 p.

Carscadden, J.E. and W.C. Leggett. 1975a. Life history variations in populations of American shad, Alosa sapidissima (Wilson), spawning in tributaries of the St.John River, New Brunswick. J. Fish. Biol. (7): 595-609.

Carscadden, J.E. and W.C. Leggett. 1975b. Meristic differences in spawning populations of American shad, Alosa sapidissima: Evidence for homing to tributaries in the St.John River, New Brunswick. J. Fish. Res. Board Can. 32(5): 653-660.

Cating, J.P. 1953. Determining age of Atlantic shad from their scales. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 85 (54): 187-199.

Cheek, R.P. 1968. The American shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Leaflet 614. 13 p.

Chittenden, M.E., Jr. 1972. Responses of young American shad, Alosa sapidissima to low temperatures. Trans. Am. Fish. Soc. 101(4): 680-685.

Chittenden, M.E., Jr. 1976a. Present and historical spawning grounds and nurseries of American shad, Alosa sapidissima, in the Delaware river. Fish. Bull. 74(2): 343-352.

Chittenden, M.E., Jr. 1976b. Weight loss, mortality, feeding, and duration of residence of adult American shad, Alosa sapidissima, in fresh water. Fish. Bull. 74(1): 151-156.

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 1978. Rapport d'étude sur le tronçon en aval de Montmagny, Vol. 1, 228 p.

Consultants BPR et Groupe-Conseil Harold Sohier et Associés Inc. 1983. Etude d'impact sur l'Environnement du Port de Refuge, Saint-Laurent, Ile d'Orléans.

Crecco, V.A. et M.M. Blake. 1983. Feeding ecology of coexisting larvae of American shad and Blueback herring in the Connecticut River. Trans. Amer. Fish. Soc. 112: 498-507.

Cuerrier, J.P., F.E.J. Fry et G. Préfontaine. 1946. Liste préliminaire des poissons de la région de Montréal et du lac Saint-Pierre. Nat. Can. 73(1-2): 17-32.

Dadswell, M.J., J.D. Martin, P.J. Williams and G.D. Melvin. 1983a. Tidal power development in the Bay of Fundy and its possible impact on Atlantic Coast American shad stocks. Abstracts of the 1983 Northeast Fish and Wildlife Conference.

Dadswell, M.J., G.D. Melvin and P.J. Williams. 1983b. Effect of turbidity on the temporal and spatial utilization of the inner Bay of Fundy by American shad (Alosa sapidissima) (Pisces: Clupeidae) and its relationship to local fisheries. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40 (Suppl. 1): 322-330.

Dadswell, M.J. 1984. Migration of American shad along the Atlantic Coast of North America. Abstracts of the 114th meeting of the American Fisheries Society: 91.

Dalley, P.J. 1979. A review of fish passage facilities for American shad. U.S. Fish Wildl. Serv., Newton Corner, Massachusetts. 33 p.

Davis, J. 1973. Spawning sites and nurseries of fishes of the genus Alosa in Virginia. In: Proceedings of a workshop on egg, larval and juvenile stages of fish in Atlantic coast estuaries. Middle Atlantic Coastal Fisheries Center. A.L. Pacheco (ed.), Tech. Publ. No 1. 338 p.

Davis, S.M. 1980. American shad movement, weight loss and length frequencies before and after spawning in the St.Johns River, Florida. Copeia 4: 889-892.

Davis, W.S. 1957. Ova production of American shad in Atlantic Coast rivers. U.S. Fish. Wildl. Ser., Res. Rep. 49. 5 p.

Dempson, J.B., L.J. Ledrew and G. Furey. 1983. Occurrence of American shad (Alosa sapidissima) in northern Labrador waters. Nat. Can. 110: 217- 221.

Di Carlo, J.S. 1979. Anadromous fisheries management. Massachusetts Division of Marine Fisheries, Compl. Rep. 22 p.

Deyglun, S. 1965. "L'excellente Rivière-des-Prairies", La Presse, Montréal, 1965, (Chronique Chasse et Pêche, 21-24-25-26 mai).

Dodson, J.J. and L.A. Dohse. 1984. A model of olfactory- mediated of directional bias in fish migrating in reversing tidal currents based on the homing migration of

American shad (Alosa sapidissima): 263-281 in Mechanisms of migration in fishes, J.D. McCleave, G.P. Arnold, J.J. Dodson and W.H. Neill (eds): NATO Conference Series IV; Marine Science vol. 14: 574 p.

Dodson, J.J. and W.C. Leggett. 1973. Behavior of adult American shad (Alosa sapidissima) homing to the Connecticut River from Long Island Sound. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1847-1860.

Dodson, J.J. and W.C. Leggett. 1974. Role of olfaction and vision in the behavior of American shad (Alosa sapidissima) homing to the Connecticut River from Long Island Sound. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1607-1619.

Dodson, J.J., W.C. Leggett and R.A. Jones. 1972. The behavior of adult American shad (Alosa sapidissima) during migration from salt to fresh water as observed by ultrasonic tracking techniques. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1445-1449.

Drainville, G. et L. Brassard. 1961. Les poissons de la rivière Saguenay. Nat. Can. 88 (5): 129-147.

Dunbar, M.J., D.C. Macmillan, A. Filion and D. Moore. 1980. The biogeographic structure of the Gulf of St.Lawrence. McGill University, Montreal, Marine Sciences Centre, Manuscrit no 32. 142 p.

Dutil, J.D. et M. Fortin. 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. Nat. can. 110: 397-410.

Dymond, J.R. 1939. The fishes of Ottawa region. Contr. R. Ont. Mus. Zool. 15. 43 p.

Eco-Recherches. 1982a. Etude ichtyologique de la fosse de Beauharnois et des rapides de Lachine (Mandat LB6). Projet "Lachine" - Rapport technique d'avant projet. Préparé pour Hydro-Québec, Direction Environnement. 105 p. + annexes.

Eco-Recherches. 1982b. Etude télémétrique du comportement migratoire de l'alose savoureuse (Centrale Rivière-des-Prairies: projet de remplacement de l'évacuateur de crue et arasement d'un haut-fond). Rapport préparé pour Hydro-Québec. 60 p. + annexes.

Eco-Recherches. 1983. La vie printanière dans les rapides de Lachine: reproduction des poissons. Rapport présenté à la Vice-Présidence Environnement d'Hydro-Québec. 26 p. + 5 annexes.

El-Sabh, M.I. 1979. The lower St.Lawrence estuary as a physical oceanographic system. Nat. Can. 106: 55-73.

Environnement Illimité. 1983. Suivi écologique des aménagements fauniques. Bief d'aval de la centrale de Carillon. Rapport préparé pour la Vice-Présidence Environnement d'Hydro-Québec. 46 p.

Fish, M.P. 1932. Contributions to the early life histories of sixty two species of fishes from Lake Erie and its tributary waters. Bull. U.S. Bur. Fish. 10(47): 293-398.

Foerster, J.W. and S.P. Reagan. 1977. Management of the northern Chesapeake Bay American shad fishery. Biol. Conserv. 12(3): 179-201.

Fredin, R.A. 1954. Causes of fluctuations in abundance of Connecticut River shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 88 (54): 247-259.

Glebe, B.D. and W.C. Leggett. 1981a. Latitudinal differences in energy allocation and use during the freshwater migrations of American shad (Alosa sapidissima) and their life history consequences. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38 (7): 806-820.

Glebe, B.D. and W.C. Leggett. 1981b. Temporal, intra-population differences in energy allocation and use by American shad (Alosa sapidissima) during the spawning migration. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 795- 805.

Gouin, D. et D. Malo. 1977. Description des mélanges. Rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par les Services de Protection de l'Environnement. Rapport technique no 13. 43 p.

Gouvernement du Québec. 1981a. Archipel (Projet d'aménagement des eaux de l'Archipel de Montréal), Etude de faisabilité - Rapport d'étape 3: Les objectifs de gestion. Conseil exécutif, Secrétariat à l'Aménagement et à la Décentralisation, Secrétariat Archipel. 201 p.

Gouvernement du Québec. 1981b. Archipel (Projet d'aménagement des eaux de l'Archipel de Montréal), Etude de faisabilité - Rapport d'étape 5: Cartes et schémas. Conseil exécutif, Secrétariat à l'Aménagement et à la Décentralisation, Secrétariat Archipel. 24 planches.

Gravel, Y. et J. Dubé. 1980. Le barrage de l'Île du Moulin et la circulation des poissons, en particulier de l'alose savoureuse (Alosa sapidissima) (Wilson) dans les cours d'eau de l'Archipel de Montréal. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la Faune, RRF56, 42 p.

Gravel, Y. et G. Pageau. 1976. Les ressources biologiques et récréatives du Saint-Laurent sont-elles inépuisables. L'Ingénieur 314: 21-36.

Hare, G.M. and H.P. Murphy. 1974. First record of the American shad (Alosa sapidissima) from Labrador waters. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1536-1537.

Hill, D.R. 1959. Some uses of statistical analysis in classifying races of American shad (Alosa sapidissima). U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 147 (59): 269-286.

Hodder, V.M. 1966. Two further records of the American shad in Newfoundland waters. Trans. Amer. Fish. Soc. 95: 228-229.

Hollis, E.H. 1948. The homing tendency of shad. Science 108: 332-333.

Hydro-Québec. 1979. Carillon - excavation du canal de fuite. Rapport sur les études d'avant-projet. 123 p.

Hydro-Québec. 1982. Centrale Rivière-des-Prairies. Remplacement de l'évacuateur de crue et arasement d'un haut-fond. Rapport d'études. 350 p.

Hydro-Québec. 1983. Rivière-des-Prairies. Remplacement de l'évacuateur de crues. Etude complémentaire - Passe à poisson. Rapport d'études préliminaire. 88 p.

Hydrotech Inc. 1983. Projet Archipel, Etude des substrats sédimentologiques. Tome 1, Rapport général (Préliminaire).

Jessop, B.M. 1975. A review of the American shad (Alosa sapidissima) stocks of the St.John River, New Brunswick, with particular reference to the adverse effects of hydroelectric developments. Environnement Canada, Service des Pêches et des Sciences de la Mer. Tech. Rep. No 6. 23 p.

Jones, P.W., D.F. Martin and J.D. Hardy, Jr. 1978. Development of fishes of the mid-Atlantic bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. 1 (Acipenseridae through Ictaluridae). Power Plant Proj., Off. Biol. Serv., Fish and Wildl. Serv., U.S. Dept. Int. 366 p.

Judy, M.H. 1961. Validity of age determination from scales of marked American shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 185 (61): 161-170.

Knapp, W.E., B. Kynard and S.P. Gloss. 1982. Potential effects of Kaplan, Ossberger and Bulb turbines on anadromous fishes of the Northeast United States. Prepared for U.S. Department of Energy, Assistant Secretary for Conservation and Renewable Energy, Division of Hydroelectric Resource Development. Final Tech. Rep. DOE/DOI-F&WS-20733-3. 132 p.

Lagacé, M., G. Pageau et J. Dubé. 1977. Milieux bio-physiques, frayères, végétation et invertébrés des sites des travaux de régularisation des eaux, région de Montréal (Volume 1). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la recherche faunique, Service de la faune aquatique, RRF71. 216 p.

Larinier, M. 1977. Les passes à poissons. C.T.G.R.E.F., No 16 - Etude, ministère de l'Agriculture, Paris, 126 p. + annexe.

Larinier, M. 1982. Lettre à M. Yvon Gravel du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.

Larinier, M. et F. Travade. 1981. Les poissons migrateurs aux Etats-Unis - Ouvrages de franchissement des barrages -Programmes de restauration des populations. CEMAGREF et EDF. 54 p. + 2 annexes.

Lavoie, J.G. 1983. Les aspects environnementaux reliés au franchissement des barrages par l''ichtyofaune. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction Générale de l'Amélioration et de la Restauration du Milieu Aquatique. 220 p.

Lavoie, R. et G. Beaulieu. 1971. Salinité des eaux de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent. Nat. Can. 98: 191-193.

Leach, G.C. 1925. Artificial propagation of shad. Pages 459-486 in U.S. Bur. Fish. Doc. 981, App. VIII, Rep. U.S. Comm. Fish.

Leclerc, J. 1983. La montaison de l'alose savoureuse dans la rivière des Mille Iles en 1983. Rapport réalisé par Bio-Conseil inc. pour le compte du Service des études hydrauliques et écologiques, ministère de l'Environnement du Québec. 45 p.

Legendre, L. et P. Legendre. 1979. Ecologie numérique 2. La structure des données écologiques. Ed. Masson et les Presses de l'Université du Québec. 254 p.

Legendre, V. 1952. Clef des poissons de pêche sportive et commerciale de la province de Québec. Soc. Can. d'Ecol. Montréal. xiii + 84 p.

Leggett, W.C. 1969. Studies on the reproductive biology of the American shad (Alosa sapidissima, Wilson). A comparison of populations from four rivers of the Atlantic seaboard. Ph.D. Thesis. McGill University. 125 p.

Leggett, W.C. 1972. Weight loss in American shad (Alosa sapidissima, Wilson) during the freshwater migration. Trans. Amer. Fish. Soc. 101(3): 549-552.

Leggett, W.C. 1973. The migrations of the shad, Sci. Amer. 228(3): 92-99.

Leggett, W.C. 1976. The American shad (Alosa sapidissima) with special reference to its migration and population dynamics in the Connecticut River. In: The Connecticut River Ecological Study - The impact of a nuclear power plant. D. Merriman and L.M. Thorpe (eds.). Amer. Fish. Soc., Washington, D.C. monograph no 1, 169-225.

Leggett, W.C. 1977a. Density-dependence, density independence and recruitment in the American shad (Alosa sapidissima) population of the Connecticut River. In: W. Van Winkle (ed.), Proc. Conf. on Assessing the effects of power-plant - induced mortality on fish populations. Pergamon Press, Inc., New York, N.Y.

Leggett, W.C. 1977b. Ocean migration rates of American shad (Alosa sapidissima). J. Fish. Res. Board Can. 34(9): 1422-1426.

Leggett, W.C. 1977c. The ecology of fish migrations. nn. Rev. Ecol. Syst. 8: 285-308.

Leggett, W.C. and J.E. Carscadden. 1978. Latitudinal variation in reproductive characteristics of American shad (Alosa sapidissima): evidence for population specific life history strategies in fish. J. Fish. Res. Board Can. 35: 1469-1478.

Leggett, W.C. et R.A. Jones. 1971. Net avoidance behavior in American shad (Alosa sapidissima) as observed by ultrasonic tracking techniques. J. Fish. Res. Board Can. 28: 1167-1171.

Leggett, W.C. and R.N. O'Boyle. 1976. Osmotic stress and mortality in adult American shad during transfer from saltwater to freshwater. J. Fish. Biol. 8: 459-469.

Leggett, W.C. and R.R. Whitney. 1972. Water temperature and the migrations of American shad. Fish. Bull. 70: 659-670.

Leim, A.H. 1924. Life history of the shad (Alosa sapidissima (Wilson)) with special reference to the factors limiting its abundance. Contr. Can. Biol. NS 2(11): 161-284.

Leim, A.H. and W.B. Scott. 1966. Fishes of the Atlantic Coast of Canada. Fish. Res. Board Can., Bull. No 155, 485 p.

Levesque, R.C. and R.J. Reed. 1972. Food availability and consumption by young Connecticut River shad, Alosa sapidissima. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1495-1499.

Lippson, A.J. and R.L. Moran. 1974. Manual for identification of early developmental

stages of fishes on the Potomac River Estuary. Environmental Technology Center, Martin Marietta Corporation. 282 p.

Long, B. et M. Pelletier. 1981. Etude sédimentologique et géomorphologique de la rivière Sainte-Anne, Comté de Champlain, Québec. Comité d'étude sur le poulamon atlantique, M.L.C.P., Direction générale de la Faune, Rapp. tech. No 1. 42 p.

MacDonald, E. 1938. Shad still run the Ottawa. Rod and Gun in Canada (February).

Malhot, Y., J. Scrosati et D. Bourbeau. 1981. Inventaire ichtyologique du cours inférieur de la rivière Sainte-Anne, Comté de Champlain, Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Lac Saint-Pierre. Rapp. tech. No 7, Comité d'étude sur le poulamon atlantique. 71 p.

Mansueti, A.J. and J.D. Hardy, Jr. 1967. Development of fishes of the Chesapeake Bay region. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Part 1. Natural Resources Institute of Maryland. Port City Press. 202 pp.

Marcy, B.C., Jr. 1972. Spawning of the American shad (Alosa sapidissima) in the lower Connecticut River. Chesapeake Sci. 13(2): 116-119.

Marcy, B.C., Jr. 1976a. Early life history studies of American shad in the lower Connecticut River and the effects of the Connecticut Yankee Plant. In: The Connecticut River ecological study - The impact of a nuclear power plant. D. Merriman and L. M. Thorpe (eds.). Amer. Fish. Soc., Washington, D.C., Monograph No 1, 141-168.

Marcy, B.C., Jr. 1976b. Planktonic fish eggs and larvae of the lower Connecticut River and the effects of the Connecticut Yankee Plant including entrainment. In: The Connecticut River ecological study - The impact of a nuclear power plant. D. Merriman and L. M. Thorpe (eds.). Amer. Fish. Soc., Washington, D.C., Monograph No 1, 115-139.

Massé, G., J. Leclerc, P. Lévesque et L. Saulnier. 1981. Les frayères du rapide du Grand Moulin, rivière des Mille Iles. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune. 38 p.

Massmann, W.H. 1952. Characteristics of spawning areas of shad, Alosa sapidissima (Wilson), in some Virginia streams. Trans. Amer. Fish. Soc. 81: 78-93.

Massmann, W.H. 1963. Summer food of juvenile American shad in Virginia waters. Chesapeake Sci. 4: 167-171.

Maxfield, G.H. 1953. The food habits of hatchery - produced pond - cultured shad (Alosa sapidissima) reared to a length of two inches. Chesapeake Biological Laboratory, Publ. No 98. 38 p.

Medcof, J.C. 1957. Nuptial or pre-nuptial behavior of the shad, Alosa sapidissima (Wilson). Copeia 3: 252-253.

Melvin, G.D., M.J. Dadswell and J.D. Martin. 1983. Population discrimination of American shad (Alosa sapidissima) from the mixed oceanic population occuring in the Bay of Fundy. Abstracts of the 1983 Northeast Fish and Wildlife Conference.

Ministère des Pêches et des Océans. 1983. Vers une politique de gestion de l'habitat du poisson. Document de travail. Ottawa. 75 p.

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (M.L.C.P.). 1980. La fraye des poissons dans le sanctuaire de pêche de la rivière Batiscan. Direction régionale des Trois-Rivières. Feuillet d'information. 2 p.

Moffitt, C.M., B. Kynard and S.G. Rideout. 1982. Fish passage facilities and anadromous fish restoration in the Connecticut River Basin. Fisheries 7 (6): 2-11.

Mongeau, J.R. 1979. Recensement des poissons du lac Saint-François, comtés de Huntingdon et Vaudreuil - Soulanges - Pêche sportive et commerciale, ensemencements de maskinongés 1963 à 1977. Québec, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune. Rapp. tech. no 06-25. 125 p.

Mongeau, J.R., A. Courtemanche, G. Massé et B. Vincent. 1974. Cartes de répartition géographique des espèces de poissons au sud du Québec d'après les inventaires ichtyologiques effectués de 1963 à 1972. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction Générale de la Faune. 92 p.

Mongeau, J.R., J. Leclerc et J. Brisebois. 1980. La répartition géographique des poissons, les ensemencements, la pêche sportive et commerciale, les frayères et la bathymétrie du fleuve Saint-Laurent dans le bassin de La Prairie et les rapides de Lachine. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la faune, Rapp. tech. No 06-29. 145 p.

Mongeau, J.R. et G. Massé. 1976. Les poissons de la région de Montréal, la pêche sportive et commerciale, les ensemencements, les frayères, la contamination par le mercure et les PCB. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'Aménagement de la Faune, District de Montréal. 286 p.

Moss, S.A. 1970. The response of young American shad to rapid temperature changes. Trans. Amer. Fish. Soc. 99(2): 381-384.

Moussette, M. 1979. La pêche sur le Saint-Laurent - Répertoires des méthodes et des engins de capture. Editions du Boréal Express, Montréal. 213 p.

Mural, T., M.A. Fleetwood and J.W. Andrews. 1979a. Optimum levels of dietary crude protein for fingerling American shad. Prog. Fish.-Cult. 41(1): 5-6.

Mural, T., J.W. Muller and J.W. Andrews. 1979b. Dietary studies with American shad fry. Prog. Fish-Cult. 41 (2): 61-63.

Neave, F. 1954. Introduction of anadromous fishes on the Pacific Coast. Can. Fish-Cult. 16: 25-27.

Neves, R.J. and L. Depres. 1979. The oceanic migration of American shad, Alosa sapidissima, along the Atlantic coast. Fish. Bull. 77: 199-212.

Nichols, P.R. 1959. Extreme loss in body weight of an American shad (Alosa sapidissima). Copeia 1959, 4: 343-344.

Nichols, P.R. 1961. Homing tendency of American shad, Alosa sapidissima, in the York River, Virginia. Chesapeake Sci. 1(3-4): 200-201.

Nichols, P.R. 1966. Comparative study of juvenile American shad populations by fin ray and scute counts. U.S. Fish and Wildl. Serv., Spe. Sci. Rep. Fish. No 525. 10 p.

Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, New York, New York, U.S.A. (Translated from Russian by L. Birkett).

O'Leary, J.A. and B.F. Kynard. 1983. Seasonal and circadian movement patterns during fall migration of American shad (Alosa sapidissima) and Blueback herring (Alosa aestivalis) in the Connecticut River. Abstracts of the 113th annual meeting of the Amer. Fish. Soc.

Pacheco, A.L. 1973. Range and distribution of some estuarine fishes - Alewife, Blueback herring, and American shad. In: A.L. Pacheco (ed.), Proceedings of a Workshop on egg, larval and juvenile stages of fish in Atlantic coast estuaries. Middle Atlantic Coastal Fisheries Center, Tech. Publ. No 1. 338 p.

Pageau, G. et R. Tanguay. 1977. Frayères, sites propices à la reproduction, et sites de concentration de jeunes poissons d'intérêt sportif et commercial dans le fleuve Saint-Laurent. Rapport soumis au Comité d'Etude sur le fleuve Saint-Laurent par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Rapp. Tech. No 3. 436 p.

Parks, N.B. 1978. The Pacific Northwest commercial fishery for American shad. Mar. Fish. Rev. 40(2): 29-31.

Prévost, R. 1939. Le moulin du Gros-Sault. Editions Archonte (Bordeaux), Montréal. 121 p.

Prince, E.E. 1907. Eggs and early life history of the herring, gaspareau, shad, and other clupeoids. Cont. Can. Biol. 1902-1905 (1907), Sessional Paper No 22A: 95-110.

Prince, E.E. 1912. The shad fishery of Canada and its restoration. In: Sea-Fisheries of Eastern Canada. Commission of Conservation, Canada. p. 120-139.

Provost, J. et R. Fortin. 1982. Utilisation de la rivière des Mille Iles par l'alose savoureuse (Alosa sapidissima Wilson). Compte rendu des pêches effectées au printemps 1982. Rapport préparé pour le ministère de l'Environnement du Québec, Service des études hydrauliques et écologiques. 52 p.

Provost, J. et R. Fortin. 1984. Suivi écologique de l'ichtyofaune en période de construction - Centrale Rivière-des-Prairies - Remplacement de l'évacuateur de crue. Université du Québec à Montréal. Rapport présenté à la Vice-Présidence Environnement d'Hydro-Québec. 114 p.

Provost, J., R. Fortin, G. Patenaude, J. Picotte et P.P. Hazel. 1982. Localisation des frayères et utilisation des hauts-fonds par la faune ichtyenne. Site Rivière-des-Prairies. Projet de remplacement de l'évacuateur de crue et d'arasement d'un haut-fond. Rapport préparé pour Hydro-Québec. 168 p.

Roy, J.M. 1968. L'alose et le gaspareau. Québec, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Direction des pêcheries, Poissons du Québec, Album 8, 24 p.

Roy, J.M., J. Bergeron et G. Labrecque. 1977. Inventaire et description des pêcheries fixes de l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère de l'Industrie et du Commerce, Direction des pêches maritimes, Direction de la recherche. Cahier d'information No 76. 70 p.

Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. Les poissons d'eau douce du Canada. Environnement Canada, Service des pêches et des sciences de la mer, Bull. 184. 1026 p.

Scotton, L.N., R.E. Smith, N.S. Smith, K.S. Price and D.P. de Sylva. 1973. Pictorial guide to fish larvae of Delaware Bay, with information and bibliographies useful for the study of fish larvae. Delaware Bay Rep. Ser., Vol. 7. 206 p.

Shawinigan. 1981. Ouvrage de contrôle sur la rivière des Mille Iles - Etude des répercussions - Résumé. Rapport présenté au Comité des ouvrages de contrôle des crues de la région de Montréal. 19 p. + annexe.

Shoubridge, E.A. 1977. Reproductive strategies in populations of the American shad (Alosa sapidissima). M.Sc. Thesis, McGill University, Montreal.

Stenger, J. 1956. Key to the eggs of the known species of fishes of Passamaquoddy Bay, New Brunswick. Ont. Fid Biol. 10: 22-25.

Stevenson, C.H. 1898. The restricted range of shad due to artificial obstructions and its effect on natural reproduction. Bull. U.S. Fish. Comm. 17: (1897) 17: 265-271.

Stevenson, C.H. 1899. The shad fisheries of the Atlantic coast of the United States. U.S. Fish. Comm., pt. 24, Rep. Comm. 1898: 101-269.

Sydor, M. 1978. Etude d'un modèle bidimensionnel pour le fleuve Saint-Laurent. Rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par la Direction de la Planification et de la Gestion (EAUX) d'Environnement Canada, Rapp. tech. No 16. 136 p.

Sykes, J.E. and B.A. Lehman. 1957. Past and present Delaware River shad fishery and considerations for the future. U.S. Fish Wildl. Serv. Res. Rep. 46. 25 p.

Talbot, G.B. 1954. Factors associated with fluctuations in abundance of Hudson River shad. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 56: 373-413.

Talbot, G.B. and J.E. Sykes. 1958. Atlantic coast migrations of American shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 142 (58): 473-490.

Verret, L. et Y. Vigneault. 1983. La montaison de l'alose savoureuse dans la Rivière des Prairies. Rapp. man. can. sci. halieut. et aquat., No 1690. 5 p.

Vladykov, V.D. 1934. Environmental and taxonomic characters of fishes. Trans. Roy. Can. Inst. 20: 99-140.

Vladykov, V.D. 1950. Movements of Quebec shad (Alosa sapidissima) as demonstrated by tagging. Nat. can. 77 (5-6): 121-135.

Vladykov, V.D. 1957. Distant recaptures of shad (Alosa sapidissima) tagged in Quebec. Contribution of the Department of Fisheries, Quebec. No 54. 14 p.

Vladykov, V.D. and D.H. Wallace. 1937. Remarks on populations of the shad (Alosa sapidissima) along the Atlantic coast region. Trans. Amer. Fish. Soc. 67: 52-66.

Walburg, C.H. 1956. Observations on the food and growth of juvenile American shad, Alosa sapidissima. Trans. Amer. Fish. Soc. 86: 302-306.

Walburg, C.H. 1963. Parent-progeny relation and estimation of optimum yield for American shad in the Connecticut River. Trans. Amer. Fish. Soc. 92: 436-439.

Walburg, C.H. and P.R. Nichols. 1967. Biology and management of the American shad and status of the fisheries, Atlantic Coast of the United States, 1960. U.S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. No 550. 105 p.

Wang, J.C.S. 1970. Characters of, and keys to, young clupeids collected in the Delaware River in the vicinity of Artificial Island. Pages 154-172 in V.J. Schuler, project leader. An ecological study of the Delaware River in the vicinity of Artificial Island. Ichtyological Associates, Delaware Proj. Rep. 2 (Part 3).

Wang, J.C.S. and R.J. Kernehan. 1979. Fishes of the Delaware estuaries. A guide to the early life histories. Ecological analysts inc. Tulson, Maryland.

Warfel, H.E. and Y.H. Olsen. 1947. Vertebral counts and the problem of races in the Atlantic shad. Copeia 3: 177-183.

Watson, J.F. 1968. The early life history of the American shad, Alosa sapidissima (Wilson), in the Connecticut River above Holyoke, Massachusetts. M.S. Thesis. University of Massachusetts. 55 pp. (Unpublished).

Weaver, C.R. 1965. Observations on the swimming ability of adult American shad (Alosa sapidissima). Trans. Amer. Fish. Soc. 94: 382-385.

Welander, A.D. 1940. Notes on the dissemination of shad, Alosa sapidissima (Wilson), along the Pacific Coast of North America. Copeia 4: 221-223.

Williams, R.O. and G.E. Bruger. 1972. Investigations on American shad in the St.Johns River. Mar. Res. Lab., Florida Dep. Nat. Res., St.Petersburg, Florida, Tech. Ser. No 66. 49 pp.

Woodhead, A.D. 1975. Endocrine physiology of fish migration. Oceanography and mar. biol. Ann. Rev. 13: 287-382.

Worth, S.G. 1891. Observations on the spawning habits of the shad. Bull. U.S. Fish Comm. XI: 201-206.

7.2 Ouvrages consultés

7.2.1 Aquaculture

LeClerc, M. 1941. Note sur des essais de multiplication artificielle de l'alose dans le bassin de la Loire. Bull. Fr. Pisc. 123: 27-37.

Pearson, J.C. 1952. Rearing young shad in ponds. Progr. Fish-Cult. 14(1): 33-36.

7.2.2 Données biologiques

Barney, R.L. 1925. A confirmation of Borodin's scale method of age determination of Connecticut River shad. In: Mitchell, P.H., A report of investigations concerning shad in the rivers of Connecticut, Part III, pp. 52-60. Hartford, Conn.

Barry, T. and B. Kynard. 1982. Movements of adult American shad (Alosa sapidissima) in the Holyoke Dam tairace during their spawning migration. Massachusetts Cooperative Fishery Research Unit, University of Massachusetts, 69 p.

Borodin, N.A. 1925. Age of shad (Alosa sapidissima Wilson) as determined by the scales. Trans. Amer. Fish. Soc. 54: 178-184.

Cassou-Leins, F. et J.-J. Cassou-Leins. 1981. Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'alose: Alosa alosa L. Thèse présentée à l'Institut National Polytechnique de Toulouse pour obtenir le grade de docteur de troisième cycle. No 95. 382 p. + annexe.

Cheek, R.P. 1965. Pugheadedness in an American shad. Trans. Amer. Fish. Soc. 94: 97-98.

Chittenden, M.E., Jr. 1969. Life history and ecology of the American shad, Alosa sapidissima, in the Delaware River. Ph.D. Thesis. Rutgers University. 45 p. (Unpublished).

Chittenden, M.E., Jr. 1974. Trends in the abundance of American shad, Alosa sapidissima, in the Delaware River Basin. Chesapeake Sci. 15 (2): 96-103.

Chittenden, M.E., Jr. 1975. Dynamics of American shad, Alosa sapidissima, runs in the Delaware River. Fish. Bull. 73 (3): 487-494.

Chittenden, M.E., Jr. and J.R. Westman. 1967. Highlights of the American shad, Alosa sapidissima, in the Delaware River. Dep. Envir. Sci., Rutgers University, New Brunswick, N.J. 9 p.

Crecco, V. 1979. Population dynamics of the American shad (Alosa sapidissima) in the Connecticut River 1940-1977. State Geological and Natural History Survey of Connecticut. Department of Environmental Protection. 216 p.

Crecco, V., T. Savoy and L. Gunn. 1983. Daily mortality rates of larval and juvenile American shad (Alosa sapidissima) in the Connecticut River with changes in year-class strength. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1719-1728.

Davis, J.R. and R.P. Cheek. 1966. Distribution, food habits, and growth of young clupeids, Cape Fear River System, North Carolina. S.E. Assoc. Game Fish Comm., Trans. 20th Annu. Conf.: 250-260.

Domermuth, R.B. and R.J. Reed. 1980. Food of juvenile American shad (Alosa sapidissima), juvenile Blueback herring (Alosa aestivalis) and Pumpkinseed (Lepomis gibbosus) in the Connecticut River below Holyoke dam, Massachusetts. Estuaries 3(1): 65-68.

Furnestin, J. et A. Vincent. 1958. Variations des branchiospines dans le genre Alosa. C.R. Mebd. Acad. Sc. 246 (3): 3376.

Gabriel, W.L., W.C. Leggett, J.E. Carscadden and B.D. Glebe. 1976. Origin and characteristics of "fall-run" American shad (Alosa sapidissima) from the St.John River, New Brunswick. J. Fish. Res. Board Can. 33: 1764-1770.

Hammer, R.C. 1942. The homing instinct of the Chesapeake shad, Alosa sapidissima (Wilson), as revealed by a study of their scales. M.S. Thesis, Univ. of Maryland, College Park, 45 p.

Hildebrand, S.F. and W.C. Schroeder. 1928. Fishes of Chesapeake Bay. U.S. Bur. Fish., Bull. 43 (Part I). 336 p.

Katz, H.M. 1972. Migration and behavior of adult American shad, Alosa sapidissima (Wilson), in the Connecticut River, Massachusetts. M.S. Thesis, University of Massachusetts, Amherst, 97 p.

Katz, H.M. 1976. Circadian rhythms, migration and spawning-related behavior of the American shad, Alosa sapidissima (Wilson). Ph. D. Thesis, University of Massachusetts, Amherst, 212 p.

Katz, H.M. 1978. Circadian rhythms in juvenile shad, Alosa sapidissima. J. Fish. Biol. 12: 609-614.

Knight, A.E., G. Marancik and J.B. Layzer. 1977. Monitoring movements of juvenile anadromous fish by radiotelemetry. Prog. Fish-Cult. 39(3): 149-159.

Kriete, W.H., Jr. and J.G. Loesch. 1980. Design and relative efficiency of a bow-mounted pushnet for sampling juvenile pelagic fishes. Trans. Amer. Fish. Soc. 109: 649-652.

LaPointe, D.F. 1957. Age and growth of the American shad from three Atlantic coast rivers. Trans. Amer. Fish. Soc. 87: 139-150.

Layzer, J.B. 1974. Spawning sites and behavior of American shad, Alosa sapidissima (Wilson), in the Connecticut River between Holyoke and Turners Falls, Massachusetts, 1972. M.S. Thesis, University of Massachusetts, Amherst. 46 p.

Leggett, W.C. 1969. Study of the reproductive potential of American shad (Alosa sapidissima) in the Connecticut River and of the possible effects of natural or man induced changes in the population structure of the species on its reproductive success. Essex Marina Lab. 72 p.

Leggett, W.C. and C.L. Trump. 1978. Energetics of migration of American shad. In: Animal migration, navigation and homing. Schmidt-Koenig, K.; Keeton, W.T. (eds.) Publ. by: Springer-Verlag K.G., Postfach, Heidelberger. p. 370-377.

Lehman, B.A. 1953. Fecundity of Hudson River shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Res. Rep. 33. 8 p.

Levesque, R.C. 1970. The relationship of available flora and fauna to the food intake of juvenile American shad, Alosa sapidissima (Wilson), in the Connecticut River, Massachusetts. M.S. Thesis, Univ. of Massachusetts (unpublished), viii + 32 p.

Levesque, R.C. 1971. An electroshocking technique for collection of juvenile shad at hydroelectric plant intake grates. Prog. Fish-Cult. 33 (1): 47.

Loesch, J.G., W.H. Kriete, Jr. and E.J. Foell. 1982. Effects of light intensity on the catchability of juvenile anadromous Alosa species. Trans. Amer. Fish. Soc. 111: 41- 44.

Mansueti, R.J. 1955. Natural history of the American shad in Mayland waters. Maryland Tidewater News. II (11): Suppl. No 4. 2 p.

Massmann, W.H. and A.L. Pacheco. 1957. Shad catches and water temperatures in Virginia. J. Wildl. Mgmt. 21 (3): 351-352.

Meinz, M. 1978. Improved method for collecting and transporting young American shad. Prog. Fish-Cult. 40 (4): 150-151.

Mills, J., Jr. 1972. Biology of the Alabama shad in Northwest Florida. Mar. Res. Lab., St-Petersbourg, Florida, Tech. series No 68.

Milstein, C.B. 1981. Abundance and distribution of juvenile Alosa species off Southern New Jersey. Trans. Amer. Fish. Soc. 110: 306-309.

Moss, S.A. 1966. Juvenile shad report. Pages 4-6 In D. Merriman, ed. The Connecticut River investigation. 3rd Semiannual Prog. Rep. Conn. Water Resour. Comm.

Nichols, P.R. and W.H. Massmann. 1962. Abundance, age, and fecundity of shad, York River, Va., 1953-59. Fish. Bull. 63 (1): 179-187.

O'Dell, J., J. Gabor and R. Dintaman. 1975. Survey of anadromous fish spawning areas for Potomac River drainage, Upper Chesapeake Bay drainage. Compl. Rep. MD Dep. Nat. Resour. No 8. 227 p.

Rosen, R.A. 1978. Growth of young-of-the-year American shad in the Holyoke Pool, Connecticut River, and comparison of shad mean length at emigration in the Connecticut River Watershed, 1977. Massachusetts Cooperative Fishery Research Unit Publication. 15 p.

Saunders, P., B. Kynard and R.J. Reed. 1980. Biology of American shad utilizing the Holyoke Dam fishlifts. Connecticut River, Massachusetts in 1979. Final Report to Northeast Utility Service Company, Massachusetts Coop. Fish. Res. Unit. 15 p.

Scherer, M.D. 1973. Some skeletal anomalies in American shad (A. sapidissima) with an example of vertebral curvature in blueback herring (A. aestivalis). Chesapeake Sci. 14(4): 298-300.

Shoubridge, E.A. and W.C. Leggett. 1978. Genetic and reproductive variation in American shad. Part 1: meristic and genetic variation in Atlantic and Pacific populations of American shad; Part 2: occurrence and adaptive significance of distinct reproductive strategies in local populations of American shad. Compl. Rep. Conn. Dep. Environ. Protection. 80 p.

Vinogradov, V.I. 1981. Diurnal feeding rhythms and daily rations of mass pelagic fish species in the shallow waters off Nantuket I. (New England) in summer. Biol. Morya. 3: 22-27.

Von Geldern, C.E., Jr. 1965. Evidence of American shad reproduction in a land-locked environment. Calif. Fish Game, 51(3): 212-213.

Walburg, C.H. 1960. Abundance and life history of shad, St.Johns River, Florida. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 60: 487-501.

Walburg, C.H. 1961. Natural mortality of American shad. Trans. Amer. Fish. Soc. 90(2): 228-230.

Watson, J.F. 1970a. Distribution and popula tion dynamics of American shad, Alosa sapidissima (Wilson), in the Connecticut River above Holyoke Dam, Massachusetts. Ph.D. Thesis. University of Massachusetts. 105 p. (Unpublished).

Watson, J.F. 1970b. Marking juvenile American shad by immersion in Bismark Brown Y and Neutral Red. Trans. Amer. Fish. Soc. 100: 600-602.

Williams, P.J. 1983. Stock differenciation of migrating American shad, Alosa sapidissima, using otolith characteris tics. Abstracts of the Northeast Fish and Wildlife Conference.

7.2.3 Impact de facteurs environnementaux

Auld, A.H. and J.R. Schubel. 1978. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: a laboratory assessment. Estuarine and Coastal Mar. Sci. (1978) 6: 153-164.

Bradford, A.D., J.G. Miller and K. Buss. 1964. Progress report summary on phase B-2 to determine by bio-assay techniques the inherent tolerance of the shad during its egg and larval stages to specific environmental factors of the Susquehanna River and its tributaries. Penn. Fish. Comm., Div. of Res. and Fish Mgmt. Benner Springs Fish Res. Sta. (Manuscrit).

Chittenden, M.E., Jr. 1973. Effects of handling on oxygen requirements of American shad, Alosa sapidissima. J. Fish. Res. Board Can. 30: 105-110.

Hughes, P.D. 1976. Effects of trucking and sensory impairment on the behavior of adult American shad, Alosa sapidissima, in the Holyoke Pool, Connecticut River, Massachusetts. M.S. Thesis, University of Massachusetts, Amherst. 77 p. Unpublished.

Marcy, B.C., Jr. 1975. Entrainment of organisms at power plants, with emphasis on fishes - an overview. Pages 99-106 in S.B. Saila, ed. Fisheries and energy production - a symposium. Lexington Books, D.C. Heath and Co., Lexington, Mass.

Marcy, B.C., Jr., P.M. Jacobson and R.L. Nankee. 1972. Observations on the reactions of young American shad to a heated effluent. Trans. Amer. Fish. Soc. 101(4): 740-743.

Mural, T., J.W. Andrews and J.W. Muller. 1979. Fingerling American shad: effect of valium, MS-222, and sodium chloride on handling mortality. Prog. Fish-Cult., 41(1): 27-29.

7.2.4 Passes migratoires et systèmes de franchissement d'obstacles à la dévalaison: problèmes et solutions

Aitken, P.L., L.H. Dicerson and W.J.M. Menzies. 1966. Fish passes and screens at water power works. Proc. Inst. Civ. Eng. 35: 29-57.

Bell, M.C. 1973. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. Fisheries-Engineering Res. Program, Corps of Engineers, North Pacific Div., Portland, (Oregon). 490 p.

Bell, M.C. 1975. Fish passage facilities design and operation. In: New England Atlantic Salmon Restoration Conference. International Atlantic Salmon Foundation, Spec. Pub. Ser. No 6.: 62-74.

Bell, M.C. 1981. Updated compendium on the success of passage of small fish through turbines. Report submitted to U.S. Army Corps of Engineers, North Pacific Division, Portland, Oregon.

Bell, M.C. and C.H. Clay. 1960. Facilities for Anadromous Fish Passage, Passamaquoddy Project. J. Fish. Res. Board Can. 17(4): 507-516.

Bell, M.C., A.C. Delacy and G.J. Paulik. 1967. A compendium on the success of passage of small fish through turbines. Report submitted to U.S. Army Corps of Engineers, North Pacific Division, Portland, Oregon.

Bell, M.C., Z.E. Parkhurst, R.G. Porter and M. Stevens. 1976. Effects of power peaking on the survival of juvenile fish at the lower Columbia and Snake River dams. U.S. Army Corps of Eng., North Pacific Div., Portland, Oregon.

Bentley, W.W. and H.L. Raymond. 1968. Collection of juvenile salmonids from turbine intake gatewells of major dams in the Columbia River system. Trans. Amer. Fish. Soc. 97: 124-126.

Bouck, G.R., G.A. Chapman, P.W. Schneider, Jr., and D.G. Stevens. 1976. Observations on gas - bubble disease among wild adult Columbia River fishes. Trans. Amer. Fish. Soc. 105(1): 114-115.

Buck, H.E. and M. Whitacre. 1960. A new method and new material for screening fish. Prog. Fish-Cult. 30: 100-103.

Calderwood, W.L. 1935. Passage of smolts through turbines. Salm. Trout. Mag. 81: 303-318.

Charrois, D. 1979. Vitesse de nage, déplacements et passes à poissons - Recherche bibliographique. MLCP, Dir. de la recherche faunique, Montréal. 28 p.

Clay, C.H. 1961. Design of fishways and other fish facilities. Canada Dept. of Fisheries, Ottawa, Canada.

Collins, G.B. 1951. A fishway that shad ascend. Fish and Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. No 65. 17 p.

Collins, G.B. and C.H. Elling. 1960. Fishway research at the Fisheries-Engineering Research Laboratory. U.S. Fish and Wildl. Serv., Circ. No 98. 17 p.

Conrad, V. and H. Jansen. 1983. Refinements in design of fishways for small water sheds. Pêches et Océans, Abstracts of the 1983 Northeast Fish and Wildlife Conference.

Cramer, F.K. and R.C. Oligher. 1964. Passing fish through hydraulic turbines. Trans. Amer. Fish. Soc. 93: 243-259.

Ebel, W.J. 1977. Major passage problems. pp. 33-39. In: E. Schwiebert (ed.), Columbia River Salmon and Steelhead, Spec. Publ. No 10, Amer. Fish. Soc., Washington, D.C.

Hayeur, G. et G. Shooner. 1982. Compte rendu des voyages d'études du groupe d'évaluation des compatibilités saumon-hydroénergie (GECSHY) en Europe, du 28 août au 21 septembre 1980, et en Orégon (USA), du 28 juillet au 1er août 1981. Rapport préparé pour Hydro-Québec, Direction Environnement. 121 p.

Henry, S.M. 1976. Development of fish passage facilities for American shad at Holyoke Dam on the Connecticut River. Pages 289-303 In Proceedings of a workshop on American shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Newton Corner, Massachusetts, and U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Gloucester, Massachusetts. 350 p.

Hildebrand, S.G., (ed.). 1980. Analysis of environmental issues related to small scale hydroelectric development. II: Design considerations for upstream fish passage facilities. ORNL/TM-7396. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.

Isvetkov, V.I., D.S. Pavlou and V.K. Nezdoliy. 1972. Changes of hydrostatic pressure lethal to the young of some freshwater fish. Jour. Ichthyology 12(2): 307-318.

Katopodis, C. 1981. Considerations in the design of fishways for freshwater species. Soc. Can. Génie Civil, Compte rendu de la 5e Conférence canadienne d'Hydrotechnique. pp. 857-878.

Kynard, B., R. Taylor, C. Bell, D. Stier and P. Kosteckl. 1982. Methodology and assessment of turbine related fish mortality at low-head hydropower dams. Massachusetts Coop. Fish. Res. Unit, University of Massachusetts, Preliminary report. 89 p.

Larinier, M., B. Rivier, J. Allardi et F. Trocherie. 1978. Possibilités de franchissement du seuil de Beaucaire par les aloses du Rhone. Bull. fr. Pisci. 268: 107-120.

Layzer, J.B. 1979. Transportation of adult American shad past dams on the Connecticut river, Massachusetts, 1973-76. Prog. Fish-cult. 41(1): 7-9.

Liscom, K.L. 1971. Orifice placement in gatewells of turbine intakes for by passing juvenile fish around dams. Trans. Amer. Fish. Soc. 100: 319-324.

Long, C.W. 1961a. Diel movement and vertical distribution of juvenile anadromous fish in turbine intakes. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 66: 599-609.

Long, C.W. 1961b. Proposal for research on fingerling passage problems at low head dams. Bur. of Com. Fish., Fish-Passage Res. Progr., Seattle (Washington). 11 p.

Long, C.W., R.F. Krema and F.J. Ossiander. 1968. Research on fingerling mortality in Kaplan turbines. Norwest Alaska Fish. Center, Nat. Marine Fish. Serv., Seattle (Washington).

Long, C.W. and R.F. Krema. 1969. Research on a system for by passing juvenile salmon and trout around low head dams. Com. Fish. Rev. 31: 27-29.

MacDonald, J.R. and R.A. Hyatt. 1973. Supersaturation of nitrogen in water during passage through hydroelectric turbines at Mactaquac Dam. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1392-1394.

Marquette, W.M. and C.W. Long. 1971. Laboratory studies of screens for diverting juvenile salmon and trout from turbine intakes. Trans. Amer. Fish. Soc. 100: 439-447.

Northrop, R.B. 1980. The use of underwater electric fields to control the movements of migratory fish. Report No 1 to Northeast Utilities Service Company, Berlin, Connecticut. Unpublished Report.

Northrop, R.B. 1981. The use of underwater electric fields to control the movements of migratory fish. Report No 2 to Northeast Utilities Service Company, Berlin, Connecticut. Unpublished Report.

O'Leary, J. 1980. Behavior of adult American shad and young-of-the-year clupeids in underwater electric fields - 1979. Report No 2 to Northeast Utilities Service Company, Berlin, Connecticut. Unpublished Report.

O'Leary, J. and B. Kynard. 1981a. Behavior of adult American shad and young-of-the-year clupeids in underwater electric fields - 1980. Report No 2 to Northeast Utilities Service Company, Berlin, Connecticut. Unpublished Report.

O'Leary, J. and B. Kynard. 1981b. Holyoke Dam Fishery Studies - 1980. Process report to Northeast Utilities Power Company. Massachusetts Coop. Fish. Res. Unit, Amherst, Massachusetts. 31 p.

Park, D.L. and W.E. Farr. 1972. Collection of juvenile salmon and steelhead trout passing through orifices in gatewells of turbine intakes at Ice Harbour Dam. Trans. Amer. Fish. Soc. 101(2): 381-384.

Plosila, D.S. and B.D. White. 1970. A swinging vertical screen for fish barrier dams. Prog. Fish-Cult. 32: 178-179.

Raymond, H.L., W.W. Bentley and R.C. Johnsen. 1974. Effects of power peaking operations on juvenile salmon and trout migrations, 1973. Northwest and Alaska Fish. Center, Nat. Mar. Fish. Serv., Seattle (Washington).

Reback, K.E. and J.S. Dicarlo. 1979. Anadromous fish investigations. Division of Marine Fisheries, Department of Natural Resources, Boston, Massachusetts 02202. 113 p.

Rizzo, B. 1969. Fish passage facilities design parameters for Connecticut River dams. Turners Falls Dam. Turners Falls. Massachusetts Technical Committee for Fisheries Management of the Connecticut River Basin. 33 p.

Rizzo, B. 1975. Fish passage for salmon on the Penobscot, Merrimack and Connecticut River basins in New England. In: New England Atlantic Salmon Restoration Conference, 1975. International Atlantic Salmon Foundation, Spec. Pub. Ser. No 6: 54-59.

Roche et Associés. 1983. Centrale Rivière-des-Prairies. Remplacement de l'évacuateur de crue. Etude comparative de passes à poissons. Rapport préparé pour Hydro-Québec.

Ruggles, C.P. and D.G. Murray. 1983. A review of fish response to spillways. Can. Tech. Rep. of Fish. and Aquat. Sci. No 1172. Freshwater and Anadromous Div., Fish. Res. Branch, Dept. of Fish. Oceans. 31 p.

Salia, S.B., T.T. Polgar, D.J. Sheehy and J.M. Flowers. 1972. Correlations between alewife activity and environmental variables at a fishway. Trans. Amer. Fish. Soc. 101: 583-594.

Sauvageau, M. 1980. Rapport préliminaire sur les passes à poissons. Hydro-Québec. Direction Environnement. 23 p.

Scharer, M.D. 1974. Analysis of factors affecting passage of American shad (Alosa sapidissima, Wilson) at Holyoke Dam, Massachusetts, and assessment of juvenile growth and distribution above the dam. Ph.D. dissertation, University of Massachusetts. 245 p.

Schoeneman, D.E., R.T. Pressey and C.O. Junge. 1961. Mortalities of downstream migrant salmon at McNary dam. Trans. Amer. Fish. Soc. 90: 58-72.

Slatick, E. 1975. Laboratory evaluation of a Denil-type steeppass fishway with various entrance and exit conditions for passage of adult salmonids and American shad. Marine Fish. Rev. 37: 17-26.

Talbot, G.B. 1953. Passage of the shad at the Bonneville fishway. Fish and Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish., No 94. 30 p.

Trefethen, P.S. 1968. Fish passage research: Review of progress, 1961-66. U.S. Fish and Wildl. Serv., Circ. No 254. 24 p.

Trump, C.L. and W.C. Leggett. 1980. Optimum swimming speed in fish: the problem of currents. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 1086-1092.

Tsvetkov, V.I., D.S. Pavlov and V.K. Nezdoliy. 1972. Changes of hydrostatic pressure lethal to the young of some freshwater fish. Jour. Ichthyology 12(2): 307-318.

Van Dewalker, J.G. 1970. Response of fingerling coho and chinook salmon to modified flows in a simulated turbine intake. Trans. Amer. Fish. Soc. 99: 532-539.

Verdon, R. 1982. Compte rendu du voyage d'étude effectué du 13 au 15 septembre 1982 dans le bassin de la rivière Connecticut. Direction Environnement d'Hydro-Québec. 36 p.

Vibert, R. 1948. Dommages piscicoles des usines hydroélectriques. Evaluation et limitation. Bull. fr. Piscic. 148-149, 31 p.

7.3.5 Pêches commerciales

Hardisky, M.A. and K.H. Smith. 1980. Georgia shad catch-effort study. Georgia Dep. of Natural Resources, Brunswick (U.S.A.), Coastal resources div., Compl. Rep. Ga. Dep. Nat. Resour., Aug. 1980. 75 p.

Mansueti, R.J. and H. Kolb. 1953. A historical review of the shad fisheries of North America. Md. Dep. Res. and Educ., Chesapeake Biol. Lab. Publ. 97. 293 p.

Massmann, W.H. 1961. A Potomac river shad fishery, 1814-1824. Chesapeake Sci. 2(1-2): 76-81.

Nichols, P.R. 1958. Effect of New-Jersey - New York pound-net catches on shad runs of Hudson and Connecticut Rivers. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull. 143 (58): 491-500.

Vodovskaya, V.V., L.I. Shubina and E.I. Konoplev. 1978. The present state of shad stocks in the Caspian Sea and prospects for their exploitation. In: Reproduction of the Azov and Caspian fishes. Yablonskaya, E.A. (ed.). Publ. by: Vniro; Moskva (USSR). p. 115-123.

Walburg, C.H. and J.E. Sykes. 1957. Shad fishery of Chesapeake Bay with special emphasis on the fishery of Virginia. U.S. Fish and Wildl. Serv., Res. Rep. 48. 26 p.

7.2.6 Programmes de restauration des populations

Bachelier. 1955. Amélioration des migrations du saumon et de l'alose en France. Bull. Off. Inf. Cons. Sup. Pêche. No 19.

Barker, J. 1965. Observations on some areas of the Delaware River between Belvidere and Scudders Falls, New Jersey in respect to their utilization by American shad, Alosa sapidissima (Wilson), for spawning purposes in 1963 and 1964. New Jersey Dep. Conserv. Econ. Develop., Bur. Fish. Lab. Misc. Rep. 28. 17 p.

Carlson, F.T. 1968. Suitability of the Susquehanna River for restoration of shad. U.S. Dept. Int. Maryland Board Nat. Res., N.Y. Conserv. Dept., Penn. Fish. Comm. 60 p.

Fischer, C.A. 1980. Anadromous fisheries research program, Cape Fear River system, phase 2. North Carolina Dept. of Natural Resources, Division of Marine Fisheries, Compl. Rep., Apr 1980. 71 p.

Jones, R.A., P. Minta and V. Crecco. 1976. A review of American shad studies in the Connecticut River. Pages 135-162 In Proceedings of a workshop on American shad. U.S. Fish and Wildl. Serv., Newton Corner, Massachusetts, and U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Gloucester, Massachusetts. 350 p.

Krska, R.J. and B.E. Kynard. 1982. Connecticut River basin anadromous fish studies. Massachusetts Coop. Fish. Res. Unit, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts. 38 p.

Marshall, M.D. 1976. Anadromous fisheries research program Tar River, Pamlico River, and Northern Pamlico Sound. Compl. Rep. N.C. Div. Mar. Fish. No 10. 95 p.

Minta, P. 1977. Connecticut River shad study. Compl. Rep. Conn. Dep. Environ. Protection. 17 p.

Minta, P. 1980. Population estimate and structure of adult American shad (Alosa sapidissima). Pages 1-20 In P. Minta, V. Crecco, R. Jacobs (eds.), Connecticut River Shad study AFC-11. Final Report. Connecticut Department of Environmental Protection. 131 p.

Moffitt, C.M. 1978. Dynamics of natural recolonization by American shad, Alosa sapidissima, at a fish ladder facility. Univ. of Massachusetts, Coop. Fish. Res. Unit, Amherst. 10 p.

Moffitt, C.M. 1979. Recolonization of American shad, Alosa sapidissima (Wilson), above Rainbow Dam fishladder, Farmington River, Connecticut. Ph.D. Thesis. University of Massachusetts, 144 p.

Moffitt, C.M. and B.E. Kynard. 1981. Connecticut River Basin Anadromous Fish Studies. Massachusetts Coop. Fish. Res. Unit, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts. Performance Report. 39 p.

Nichols, P.R. and M.E. Tagatz. 1960. Creel census Connecticut River shad sport fishery, 1957-58, and estimate of catch, 1941-56. U.S. Fish and Wildl. Serv., Spe. Sci. Rep. Fish. No 351. 12 p.

Rideout, S.G. 1980. Restoration of anadromous fish to the Connecticut River: impact of competing activities. In: State and interstate fishery jurisdiction: problems and progress. Proceedings of a conference in Raleigh, North Carolina, 1979. Caudle, J. (ed.). Publ. by: North Carolina Univ. Sea Grant Program; Raleigh, NC (USA). Mar. 1980. p. 166-184.

Sholar, T.M. 1977. Anadromous fisheries research program, Cape Fear River system, phase I. Compl. Rep. N.C. Div. Mar. Fish. 87 p.

Ulrich, G.F. 1979. Development of fishery management plans for selected anadromous fishes in South Carolina and Georgia. South Carolina Wildlife and Marine Resources Department, Charleston (USA), Marine Resources Div., Compl. Rep. 140 p.

Whitney, R.R. 1961. The Susquehanna fishery study. 1957-1960. A report of a study on the desirability and feasibility of passing fish at Conowingo Dam. Md. Dep. Res. Educ. Contrib. No 169. 81 p.

Whitworth, W.R. and D.H. Bennett. 1970. A limnological study of the lower Farmington River with special reference to the ability of the river to support American shad. Inst. Water Res., University of Connecticut, Rep. 9. 57 p.

ANNEXE 1. Classes granulométriques du substrat. Source: Normes de l'A.S.T.M. (American Standards for Testing Materials) (Anonyme 1983).

TYPE DE SUBSTRAT	CLASSES GRANULOMÉTRIQUES
Limon-argile	< 0,075 mm
Sable	0,075 - 2,0 mm
Gravier fin	2,0 - 16,0 mm
Gravier moyen	16,0 - 30,0 mm
Gravier grossier	30,0 - 76,2 mm
Galet	76,2 - 203,8 mm
Bloc	> 203,8 mm

ANNEXE 2. Classification générale des stades de maturité chez les poissons (traduit de Nikolsky 1963).

STADE I - IMMATURE

Jeunes individus qui ne sont pas encore engagés dans la reproduction. Gonades de très petite taille.

STADE II - EN REPOS

Les produits sexuels n'ont pas commencé à se développer. Les gonades sont de très petite taille; les oeufs ne sont pas distinguables à l'oeil nu.

STADE III - EN MATURATION

Les oeufs sont distinguables à l'oeil nu; une croissance très rapide en poids des gonades est en cours. La couleur des testicules passe de transparent à rose pâle.

STADE IV - MATURE

Produits sexuels sont prêts. Les gonades sont à leur poids minimum, mais il n'y a pas d'écoulement des produits sexuels quand une faible pression est appliquée sur la paroi abdominale.

STADE V - REPRODUCTION

Les produits sexuels sont extraits avec une très faible pression sur le ventre. Le poids des gonades décroît rapidement du début à la fin de la fraye.

STADE VI - CONDITION D'ÉPUISEMENT

Les produits sexuels ont été libérés; inflammation autour de l'ouverture génitale. Les gonades ont l'apparence de sacs dégonflés. Les ovaires contiennent généralement quelques oeufs, et les testicules, du sperme résiduel.

STADE VII - REPOS

Les produits sexuels ont été libérés; l'inflammation autour de l'ouverture génitale diminue; gonades de très petite taille; les oeufs ne sont pas distinguables à l'oeil nu.

ANNEXE 3. Captures d'alose savoureuse ('00 kg) entre Montréal et Québec (1917 à 1981).

Comtés * / Année	VERCHERES	CHAMBLY	LAPRAIRIE	CHATEAUGUAY	BEAUHARNOIS	HUNTINGDON	SOULANGE	VAUDREUIL	TERREBONNE	L'ASSOMPTION	ARGENTEUIL	NICOLET	ST-MAURICE	CHAMPLAIN	YAMASKA	RICHELIEU	BERNIER	MASKINONGE	LEVIS	LOTBINIERE
1917						0						0			0				0	
1918						93.2						13.6			0				2.3	
1919						56.8						26.4			0				0	
1920						33.6						26.4			2.7				0	
1921						0						5.9			4.1				11.4	
1922						N.D.**						N.D.			N.D.				N.D.	
1923						N.D.						N.D.			N.D.				N.D.	
1924						15.9						27.3			36.4				23.6	
1925						45.5						64.1			20.5				20.9	
1926						54.1						71.8			16.4				0	
1927						18.6						54.1			101.4				10.5	
1928						33.2						59.5			101.4				9.1	
1929						13.6						61.8			110.5				23.6	
1930						32.3						51.4			127.3				3.6	
1931						5						23.6			160.5				0	
1932						25.9						68.2			3.2				88.6	
1933						25.5						118.2			4.1				92.3	
1934						0						136.4			4.5				56.8	
1935						0						140.5			5.9				59.1	
1936						0						140.9			6.8				57.7	
1937						54.5						136.4			11.4				54.5	
1938						45.5						147.7			13.6				59.1	
1939						40.9						136.4			15.9				63.6	
1940						0						140.9			9.1				68.2	
1941						0						136.4			0				0	
1942						0						127.3			0				61.4	
1943						13.6						209.1			90.9				197.7	
1944						0						340.9			0				101.4	
1945						0.9						165.9			5.5				68.2	
1946						0.9						198.2			0.5				85	
1947						N.D.						N.D.			N.D.				N.D.	
1948						N.D.						N.D.			N.D.				N.D.	
1949						N.D.						N.D.			N.D.				N.D.	
1950						N.D.						N.D.			N.D.				N.D.	
1951						N.D.						N.D.			N.D.				N.D.	

(suite)

ANNEXE 3. Captures d'alose savoureuse ('00 kg) entre Montréal et Québec (1917 à 1981).

Comtés * / Année	VERCHERES CHAMBLY LAPRAIRIE CHATEAUGUAY BEAUCHARNOIS	HUNTINGDON SOULANGE VAUDREUIL TERREBONNE L'ASSOMPTION ARGENTEUIL	NICOLET ST-MAURICE CHAMPLAIN	YAMASKA RICHELIEU BERTHIER MASKINONGE	LEVIS LOTBINIERE
1952		18.2	81.8	9.1	422.7
1953		4.5	100.0	9.1	436.4
1954		0	122.7	22.7	0
1955		4.5	22.7	18.2	0
1956		0	68.2	18.2	0
1957		9.1	27.3	18.2	0
1958		0	68.2	9.1	40.9
1959		4.5	31.8	31.8	18.2
1960		0	9.1	13.6	31.8
1961		0.2	7.5	3.9	26.8
1962		22.9	4.6	2.0	6.3
1963		1.4	3.6	11.3	4.3
1964		0	9.0	5.2	11.1
1965		0	0.6	1.4	1.5
1966		0	1.8	0	2.2
1967		0	0	0.3	19.2
1968		0	10.1	0.3	14.4
1969		0	1.1	0.2	0
1970		0	13.6	0	11.8
1971		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1972		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1973		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1974		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1975		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1976		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1977		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1978		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1979		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1980		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1981		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

* Voir la figure 13 pour connaître la localisation des différents comtés.

** Non disponible.

ANNEXE 4. Captures d'alose savoureuse ('00 kg) en aval de Québec (1917 à 1981).

Comtés* / Année	GASPE	BONAVENTURE	MATANE	RIMOUSKI RIVIERE-DU-LOUP	TEMISCOUATA	KAMOURASKA	L'ISLET MONTMAGNY BELLECHASSE	PORTNEUF MONTMORENCY	CHARLEVOIX	SAGUENAY
1917	90.9	0	0	0	0	4.5	17.7	11.4	5.9	0
1918	0	0	0	36.4	7.7	5.9	17.3	7.3	5.5	0
1919	0	0	0	0	0	8.2	346.8	2.3	2.3	1.4
1920	N.D.**	N.D.	N.D.	0	0	97.7	306.8	9.1	0	0
1921	2.3	0	0	0	0	3.6	45.9	23.6	0	0
1922	0.9	0	0	0	0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.45
1923	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1924	1.4	0	0	0	0	25.9	107.7	4.5	0	0
1925	4.5	0	0	9.1	163.6	69.5	114.1	3.6	0	1.4
1926	5.5	0	0.9	18.2	189.1	31.4	99.5	6.8	0	4.2
1927	4.5	0	36.4	27.3	24.1	9.5	64.1	5.9	0	0.9
1928	0	0	0	28.2	25	2.7	62.3	6.8	0	0.45
1929	0	0	0	28.2	27.7	3.6	71.8	37.3	0	0
1930	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	4.1	59.9	40	0	N.D.
1931	0.5	0	0	0	122.7	15	52.3	5	0	0
1932	1.8	0	0	0	235	59.1	110.9	50.9	0	0
1933	6.4	0	8.2	0	222.7	71.8	128.2	61.8	0	0
1934	20.5	0	0	0	340.9	42.3	136.4	75.5	0	0
1935	15.9	0	9.1	0	331.8	43.2	140.5	75	0	0
1936	17.3	0	0	0	329.5	42.7	136.4	75.5	0	0
1937	31.8	0	2.7	0	272.7	22.7	140.9	77.3	0	0
1938	35	0	0	0	0	0	0	6.8	0	0
1939	28.6	0	5.4	0	272.7	45.5	154.5	81.8	113.6	0
1940	25	0	0	0	136.4	54.5	159.1	90.9	0	0
1941	90.9	1.4	0	0	136.4	9.1	136.4	90.9	0	0
1942	9.5	0	0	0	159.1	6.8	136.4	102.3	0	9.5
1943	35.9	0	0	0	159.1	170.5	409.1	102.3	22.7	18.6
1944	61.4	0	0	0	136.4	9.5	17.7	40.5	0	25.9
1945	68.2	0	0	27.3	0	6.8	40	25.5	0.45	25
1946	16.4	0	59.1	251.8	0	27.7	46.4	1.8	0	80
1947	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1948	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1949	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1950	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1951	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

(suite)

ANNEXE 4. Captures d'alose savoureuse ('00 kg) en aval de Québec (1917 à 1981).

Comtés* / Année	GASPE	BONAVENTURE	MATANE	RIMOUSKI RIVIERE-DU-LOUP	TEMISCOUATA	KAMOURASKA	L'ISLET MONTMAGNY BELLECHASSE	PORTNEUF MONTMORENCY	CHARLEVOIX	SAGUENAY
1952	9.1	54.5	0	940.9	0	36.4	0	0	0	0
1953	90.9	0	0	718.2	0	77.3	0	0	86.4	0
1954	0	0	0	718.2	0	90.9	0	0	68.2	0
1955	0	0	0	1 872.7	0	54.5	4.5	0	45.5	0
1956	4.5	0	0	1 745.5	0	18.2	0	0	4.5	0
1957	0	0	0	563.6	0	9.1	0	0	4.5	4.5
1958	0	0	0	522.7	0	13.6	9.1	0	0	0
1959	13.6	0	0	113.6	0	4.5	9.1	0	0	0
1960	0	0	0	281.8	0	0	9.1	0	0	0
1961	4.1	0	0	40.9	0	8.6	35	1	0	0
1962	14.1	1.8	0	73.2	0	13.2	3.9	0.45	0	0
1963	1.4	0	0	58.2	0	39.5	0.45	0	0	0
1964	1.4	0	0	81.4	0	11.4	29.1	10.8	0	0
1965	0	0	0	20.0	0	0.9	4.6	1.6	0	0
1966	23.6	0	0	8.2	0	7.3	18.3	0	0	0
1967	3.6	0	0	2.3	0	3.6	9.7	0.3	0	0
1968	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	N.D.	6.5	0.2	N.D.	N.D.
1969	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	N.D.	0	0	N.D.	N.D.
1970	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.4	0.02	N.D.	N.D.
1971	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1972	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1973	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1974	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1975	19.1	2.3	14.1	8.6	N.D.	2.3	N.D.	N.D.	0	0
1976	35	0	18.2	11.8	N.D.	0.5	N.D.	N.D.	0	0
1977	7.5	0.07	0.05	24.7	N.D.	0	N.D.	N.D.	0	0
1978	4	0.02	0.25	40.5	N.D.	0	N.D.	N.D.	0	0
1979	0	3.7	0.3	39.5	N.D.	0.5	N.D.	N.D.	0	0
1980	1.2	0.5	0	7.6	N.D.	0	N.D.	N.D.	1	1.6
1981	23.5	0.3	0	10.5	N.D.	0.4	N.D.	N.D.	0	0.6

* Voir la figure 12 pour connaître la localisation des différents comtés

** Non disponible.

POOR

QUALITY

ORIGINAL